TOME V : Fascicule 1 1928

ANNALES

DU

SERVICE BOTANIQUE

DE LA DIRECTION GÉNÉRALE

DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE ET DE LA COLONISATION

DE TUNISIE

TUNIS

IMPRIMERIE CENTRALE (Georges GUINLE), 7, rue d'Italie

1928

F. BŒUF

Les problèmes que pose l'amélioration du blé en Tunisie

Communication au Congrès international du blé, Rome, mai 1927

On cultive en Tunisie des blés durs *Triticum durum* et des blés tendres *T. vulgare*. Ces derniers n'étaient pas cultivés par les indigènes, leur culture a été introduite par les colons européens et commence à être pratiquée par les arabes.

Les cultures indigènes de blé dur renferment toujours, comme impuretés, des blés tendres dans une proportion qui tend à s'accroître si aucune sélection n'intervient. Aucune de ces formes locales de blé tendre n'a été jugée assez intéressante pour être propagée et toutes les variétés actuellement cultivées ont été introduites.

Le problème de l'amélioration du blé dur et du blé tendre se posait donc dans des conditions très différentes pour les deux espèces.

Blé dur. — Le Nord de l'Afrique est considéré comme un centre d'origine et de diversité du blé dur. On y trouve, en effet, un grand nombre de variétés et de sortes.

La sélection peut donc s'exercer sur un matériel très important. Pratiquée depuis 1906, par la méthode généalogique, elle a abouti à la séparation de sortes pures dont l'adaptation aux diverses régions naturelles est maintenant connue et les agriculteurs estiment qu'un supplément de rendement de 10 à 20 % est le résultat de cette meilleure adaptation.

Il semble que les limites de l'amélioration par sélection soient près d'être atteintes. Il est maintenant nécessaire de perfectionner les sortes par le croisement et l'hybridation pour les corriger de certains défauts et leur donner des qualités qui les rendent plus productives et plus résistantes aux maladies et aux intempéries.

Les principaux défauts de nos blés durs sont les suivants :

Ils ne sont pas suffisamment précoces pour échapper aux sécheresses printanières et aux premiers vents chauds (siroco). L'introduction de variétés étrangères ne nous a pas fourni de variétés précoces. Quelques races d'Asie Mineure, de l'Irak, de l'Egypte, présentent une avance de quelques jours sur les blés de Tunisie, mais sont moins productives.

Nos blés durs sont très feuillés, consomment beaucoup d'eau. Ce développement végétatif s'accroît à l'excès dans les sols riches, frais et bien

cultivés et entraîne la verse; il s'accompagne d'une très grande évaporation qui prédispose la céréale à l'échaudage dans les sols secs ou dans les cultures trop serrées sur sols insuffisamment pourvus d'eau.

La productivité en grain des blés durs n'est pas en proportion du développement végétatif, ce qui paraît tenir à la formation d'un petit nombre de grains par épillet (2 ou 3 en général) ce qui donne aux épis une forme applatie suivant les profils.

Par contre, nos blés durs ont des grains très beaux, lorsque la maturation se fait normalement, sont de bonne qualité semoulière; ils résistent assez bien à la rouille et à la carie.

Le problème de l'amélioration des blés durs consiste donc à diminuer leur hauteur, leur système foliacé, à augmenter la résistance à la verse et la productivité des épillets, à leur donner de la précocité.

Le croisement des variétés de *T. durum* entre elles et l'hybridation de l'espèce avec d'autres *Triticum* paraissent les moyens appropriés pour obtenir ces résultats.

Nous n'avons pas trouvé sur place de géniteurs intéressants dans les variétés locales de *Tr. durum.*

Quelques races étrangères : Koundouze, Syndiouk, Mavrogani, à paille courte, à épillets très prolifères, un peu précoces, ont été utilisées, les résultats sont encore trop récents pour que l'on puisse en estimer la valeur, mais ils ne paraissent solutionner que partiellement les questions de précocité, de productivité, de réduction du feuillage et ne paraissent pas accroître la résistance à la verse.

Il y a lieu de rechercher des géniteurs dans le groupe *duro-compactum* (Flaks.), particulier à l'Abyssinie et dans le *T. pyramidale* d'Egypte.

L'hybridation avec d'autres espèces semble devoir se limiter à l'emploi comme géniteurs des blés ayant le même kariogramme que le blé dur; particulièrement *T. turgidum* et *T. persicum,* si l'on y trouve des races présentant les qualités recherchées. Ce travail a été commencé cette année en Tunisie.

L'hybridation avec le *T. vulgare,* beaucoup plus polymorphe que *T. durum* et présentant de nombreuses races possédant les caractères recherchés, nous a donné des résultats très décevants par suite de l'instabilité des lignées obtenues. La disjonction se poursuit depuis huit années et donne un nombre considérable de formes dont quelques-unes présentent une bonne précocité, de la paille rigide, un feuillage réduit, mais ne sont pas complètement homogènes. Il est à craindre que l'état hétérozygote persiste indéfiniment.

Blé tendre. — Les formes locales de blé tendre ont été insuffisamment étudiées. Même si aucune ne mérite d'être mise en culture, il est probable que certaines d'entre elles possèdent des qualités d'adaptation au milieu qui les rendent précieuses comme géniteurs.

Les introductions de blés tendres de France et d'Italie n'ont donné aucu-

ne variété susceptible de réussir en Tunisie, les variétés cultivées, actuellement au nombre de cinq, proviennent : une d'Algérie; deux d'Australie; une de l'Irak; une d'Argentine.

Elles représentent les seules acquisitions intéressantes sur des milliers de lignées essayées et provenant du monde entier. Quelques autres ont toutefois des qualités particulières qui les ont fait garder comme géniteurs.

Pour implanter la culture du blé tendre en Tunisie, il a fallu trouver des variétés précoces, résistantes à la rouille, à l'échaudage, et à l'égrenage. La réunion de ces quatre qualités s'est trouvée rarement réalisée dans les variétés introduites. Presque toutes les variétés précoces étaient déplorablement sujettes à la rouille jaune *Puccinia glumarum* sous notre climat. Quant à l'échaudage et à l'égrenage, ils nous ont fait éliminer tous les blés provenant d'Europe.

Les variétés précoces de blé tendre actuellement acclimatées mûrissent un mois avant les blés durs, ce qui les rend précieuses pour les régions sèches (il en a été moissoné fin avril, en 1926, à Tunis). Elles y sont mieux à leur place que les blés durs. D'une manière générale ces blés sont moins feuillés que les blés durs, résistent mieux qu'eux à l'échaudage. Leurs qualités les font préférer aux blés durs par beaucoup d'agriculteurs européens et les indigènes eux-mêmes commencent à les adopter.

Leur grand défaut est d'être insuffisamment résistants à la verse, ce qui interdit leur culture dans les régions riches et fraîches du Nord de la Tunisie et il est curieux de constater que nous n'avons pas trouvé de variétés susceptibles de réussir dans ces contrées, dont le climat ressemble cependant davantage à celui du Midi de la France ou de l'Italie centrale. Le passage rapide d'un printemps humide à un été sec, avec vents chauds, provoque presque toujours l'échaudage de ces blés, malgré une végétation très promettante.

A défaut d'une heureuse introduction, que nous n'osons plus guère espérer, il a fallu recourir au croisement pour chercher à obtenir des formes de blé tendre adéquates au Nord de la Tunisie. Cette partie du programme n'a pu être entreprise qu'après l'acclimatement d'un certain nombre de variétés. De nombreux croisements entre les variétés devenues tunisiennes et des géniteurs étrangers, particulièrement les blés de M. Strampelli, qui possèdent précisément les caractères de paille courte, rigide, et d'épillets très fructifères et certaines variétés du *Triticum sphærococcum* nous ont mis en possession de nombreuses formes, actuellement à la 3e et à la 4e génération parmi lesquelles il semble bien que l'on trouvera des lignées convenant aux régions nord du pays.

Ces lignées devront sans doute être perfectionnées encore par de nouveaux croisements.

F. BŒUF

Procédé simplifié pour établir des comparaisons de rendements entre des lignées pures de blé

L'embarras du sélectionneur est très grand lorsqu'il se trouve en présence de centaines et souvent de milliers de lignées pures, représentées par un petit nombre d'individus, pour fixer son choix sur les plus méritantes. Il ne peut penser les soumettre toutes à des essais comparatifs sérieux et sa tâche serait grandement facilitée par la connaissance des facteurs de rendement.

Parmi ces facteurs, les uns sont morphologiques et se rapportent aux organes dont la présence et le développement sont corrélatifs de la production du grain (longueur et densité des épis, nombre et poids de grains par épi); d'autres sont physiologiques et correspondent à une bonne adaptation au milieu, à une résistance suffisante aux intempéries et aux parasites. L'élimination des lignées trop tardives, sujettes à l'échaudage, à l'égrenage, à la verse, aux rouilles, aux maladies charbonneuses, insuffisamment résistantes au froid et à la sécheresse ne nécessite que des observations au cours des essais préliminaires et constitue une première sélection qui dure plusieurs années parce que les défauts que nous venons de citer ne se manifestent pas avec une égale intensité tous les ans.

Les véritables difficultés commencent lorsqu'il s'agit de faire un choix parmi les lignées suffisamment adaptées et résistantes, parce qu'il devient alors nécessaire d'en estimer le rendement. Il serait désirable de pouvoir en faire une première approximation pour limiter à un petit nombre de lignées les véritables essais comparatifs.

Faut-il donner la préférence aux formes à épis longs, denses, à épillets prolifiques, à grains de gros volume, etc. ?. Chacun de ces caractères morphologiques est un facteur du rendement, mais les variations de ces caractères ne sont pas parallèles et l'on ne rencontre pas de variétés qui les présentent tous avec une valeur élevée.

Avant d'entrer dans leur étude détaillée, il semble possible d'envisager l'étude du rendement en le limitant à deux facteurs.

Le rendement n'est autre chose que le produit du poids moyen du grain d'un épi par le nombre d'épis à l'unité de surface.

Il est à remarquer que ces deux facteurs subissent des variations inverses; dans une culture claire, les épis sont plus gros, plus lourds et contiennent un poids plus élevé de grains que dans une culture serrée. Cette re-

lation varie d'ailleurs d'une variété à l'autre; certaines variétés présentent une grande possibilité d'accroissement des épis en fonction de la richesse du milieu ; d'autres modifient peu le format de leurs épis lorsqu'elles se trouvent en sol riche.

Il y aurait donc lieu de déterminer pour chaque variété la relation entre le poids moyen d'un épi (Pe) et le nombre d'épis au mètre carré (n).

Le rendement R = n. Pe passe par un maximum pour lequel les valeurs correspondantes de n et de Pe représentent les conditions optima de densité de la récolte et de poids des épis.

Le rendement et ses deux facteurs varient suivant le degré de fertilité du sol et les conditions météorologiques de l'année; la répétition de l'essai pendant plusieurs années renseigne sur la variabilité de ces facteurs.

Pour appliquer ce procédé simplifié d'apprécier le rendement, il suffit de semer deux lignes de 10 mètres de longueur espacées de 50 centimètres; on élimine 1 mètre à chaque extrémité, s'il y existe des sentiers; dans ce qui reste, on choisit des morceaux de lignes de 2 mètres de long assez homogènes comme densité de récolte et on fait autant de gerbes, dont il suffit de compter et de battre les épis.

En résumé, la méthode consiste à remplacer la détermination du « rendement total d'une parcelle » trop petite pour que ce rendement ait une valeur absolue, par la recherche du « rendement maximum au mètre carré » et la détermination des deux facteurs de ce rendement.

Ceci est beaucoup plus simple que de procéder à un grand nombre de mesures et de comptages d'épis, de grains, etc., dont l'utilisation est fort compliquée.

F. BŒUF

avec la collaboration de J. LENOBLE

Influence probable de l'état hétérozygote sur la productivité du blé tendre

(Essais préliminaires)

Communication au Congrès international de génétique de Berlin, septembre 1927

Intérêt de la question

L'amélioration des blés cultivés, qu'elle soit poursuivie par l'isolement et la sélection des types naturels (culture généalogique) ou par le croisement de ces types entre eux pour obtenir des formes nouvelles réunissant un ensemble plus complet de qualités économiques, aboutit toujours à la culture de lignées pures.

Une fois obtenues, ces dernières se conservent identiques à elles-mêmes s'il ne survient aucune fécondation croisée illégitime, et sauf quelques rares mutations.

La généralisation des cultures pures de végétaux constitue certainement l'un des plus grands progrès agricoles du début de ce siècle.

Cette méthode ne présente-t-elle que des avantages par rapport à celle, autrefois pratiquée, qui comportait des cultures mélangées ?

Une lignée vraiment pure, c'est-à-dire homozygote, constituée par un seul génotype ne peut se modifier par interfécondation entre les individus qui la composent.

Dans un mélange de races (ou sortes) les croisements peuvent se produire spontanément entre des individus différents et donner des homozygotes nouveaux et des hétérozygotes. De nombreuses observations ont montré que, chez les blés, cependant soumis à l'autofécondation naturelle, les cas de fécondation croisée sont moins exceptionnels qu'on ne le supposait autrefois surtout sous les climats chauds et secs.

Or, l'état hétérozygote s'accompagne généralement d'un développement plus considérable et d'une plus grande fertilité des plantes. Tous les hybrideurs ont en effet constaté :

que les produits de la première génération (F_1) d'un croisement sont remarquables par leur vigueur et leur productivité (nous laissons de côté les hybrides d'espèces, à fertilité souvent réduite ou nulle);

que les lignées hétérozygotes, issues d'un croisement, sont, à la deuxième génération plus vigoureuses que les lignées homozygotes.

Il y a donc lieu de se demander si les lignées homozygotes présentent bien le maximum de qualités que nous puissions réaliser et s'il ne serait pas possible d'obtenir un rendement plus élevé en croisant entre elles des lignées très voisines, assez semblables morphologiquement, pour que les produits de leur croisement ne donnent lieu à aucune disjonction visible de caractères. On obtiendrait, par ce moyen, une population d'aspect homogène, bien que formée de génotypes différents, d'individus homozygotes et d'individus hétérozygotes.

Matériel utilisé

Pour étudier ce problème, il faut disposer :

d'une lignée pure de blé, pour laquelle la fécondation artificielle ne met en présence que des individus appartenant à un seul génotype, et qui sert de témoin;

d'un mélange de lignées assez semblables pour que l'ensemble présente une uniformité d'aspect comparable à celle d'une culture pure.

Faute de pouvoir faire l'essai sur une seule variété de blé, aucune de celles que nous cultivons ne pouvant nous fournir avec sûreté les deux éléments de comparaison ci-dessus, nous avons utilisé deux blés tendres à épi mutique, à glumes blanches et glabres, à grain blanc (variété botanique ***albidum*** Al), tous deux d'origine australienne et bien acclimatés en Tunisie en raison de leur précocité :

une lignée pure, la Richelle Hâtive n° 110, obtenue par nous d'une sélection d'impuretés dans un blé australien, en grande culture depuis une quinzaine d'années, et reprise en culture pédigrée bien surveillée depuis 1921;

un mélange probable de génotypes, très voisins les uns des autres, le blé Florence, obtention de Farrer, et qui résulterait des croisements suivants :

White Naples × Improved Fife

Anonyme × White Naples — **Improved Fife × Eden**

Anonyme — **Anonyme**

Florence

L'échantillon reçu en 1919 donna une descendance absolument homogène qui, après cinq années d'observations, fut livrée à la grande culture sans avoir été l'objet de culture pédigrée.

Ce qui nous fit penser que ce blé pouvait être constitué par plusieurs génotypes, fut l'apparition, très exceptionnelle, de pieds plus vigoureux à épis plus longs, présentant toutefois les mêmes caractères morphologiques que les pieds normaux.

Cultures comparatives

En 1921-1922, les grains d'un pied normal furent semés et présentèrent des épis normaux; un certain nombre de fleurs furent fécondées par du pollen provenant d'épis également normaux, recueillis dans la culture ordinaire. Les grains ainsi obtenus, donnèrent en 1925-1926 une F_1 très homogène présentant de grands épis analogues à ceux que l'on rencontrait exceptionnellement dans la grande culture. Le fait de cultiver ces pieds isolément pouvait toutefois faire invoquer l'action du milieu comme cause du plus grand développement des épis. Les F_1 furent semés séparément en 1926 et donnèrent en 1927 une F_2 présentant également de grands épis. L'étude statistique de ces épis fut faite pour 10 lignées. Il est à remarquer que cette année (1926-1927) la densité du semis était celle de la culture normale. Comparativement, dix lignées provenant de grains n'ayant subi aucune fécondation artificielle furent cultivées dans les mêmes conditions, au voisinage immédiat des premières.

Parallèlement, une expérience de même nature fut exécutée avec la Richelle hâtive lignée pure 110; on récolta et on analysa dix lignées provenant de fécondation artificielle et dix lignées résultant de l'autofécondation naturelle.

Etude biométrique des récoltes

Les résultats concernant la longueur des épis, le nombre d'épillets, la densité des épis et le poids du grain contenu dans 100 épis sont consignés dans les tableaux suivants : (Voir les tables p. 4 à 12).

Interprétation des résultats

La Richelle hâtive 110 que nous avons toutes raisons de considérer comme une lignée pure, formée d'un seul génotype, est très peu affectée par le mode de fécondation : longueur du rachis, nombre des épillets, densité de l'épi, poids du grain dans 100 épis restent à peu près invariables, conséquence de l'immuabilité d'une lignée pure.

Il est toutefois juste de dire que le coefficient de variabilité est légèrement atténué dans la récolte provenant de fécondations artificielles. Les différences sont réellement trop faibles pour que l'on puisse les considérer comme l'indication que l'autofécondation naturelle aboutirait peu à peu à l'étalement des courbes de fréquence des caractères fluctuants chez une lignée pure. Une observation analogue a bien été faite par M. Moreau et Mlle Dusseau (1), mais nous pensons qu'il est nécessaire de réunir de nombreuses observations présentant toutes les garanties d'exactitude pour admettre cette sorte de « vieillissement » dû à l'autofécondation répétée, car il

(1) F. Moreau et A. Dusseau. — *Les lignées pédigrées vieillissent-elles ?* Société Botanique de France, 19-5, p. 163.

A) BLÉ TENDRE RICHELLE

I. Longueur

Lignées — a) *Richelle issue de lignées*

	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1	—	1	7	16	25	24	36	36	37	38	26
2	—	2	5	11	12	19	33	51	48	39	28
3	—	2	1	8	9	11	20	25	29	27	29
4	—	1	3	9	4	18	20	23	28	22	23
5	—	—	2	3	3	19	17	32	20	28	30
6	—	—	—	5	6	10	21	13	19	26	31
7	—	—	1	3	5	8	9	16	18	16	19
8	1	0	5	3	5	14	8	19	10	17	13
9	—	—	1	3	4	5	12	18	13	17	16
10	—	—	—	4	5	9	15	16	20	19	8
Totaux :	1	6	25	65	78	137	191	249	242	249	233

Pour l'ensemble des 10 lignées....

Lignées — b) *Richelle issue de*

	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1	—	—	4	4	6	14	18	32	30	36	26
3	—	—	—	3	5	9	15	21	25	28	33
3	—	—	—	3	4	8	13	8	14	15	17
4	—	—	—	2	3	9	13	16	16	18	19
5	—	—	—	1	4	6	10	16	24	22	26
6	—	1	2	0	7	6	8	5	12	19	9
7	—	—	2	3	10	15	16	27	26	24	30
8	—	—	2	2	1	11	13	18	14	16	11
9	—	—	1	1	1	1	13	13	16	20	13
10	—	—	—	2	7	14	11	12	31	21	32
Totaux :	—	1	11	21	48	93	130	168	208	219	216

Pour l'ensemble des 10 lignées....

HATIVE (lignée pure 110)

du rachis

autofécondées naturellement

100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	Totaux
29	10	10	4	1	—	—	—	—	—		300
16	13	5	3	1	4	0	1	—	—		301
28	23	14	11	7	1	0	2	—	—		247
23	8	15	6	3	2	1	2	—	—		210
21	18	14	14	5	4	1	1	—	—		231
25	24	21	22	10	8	2	1	—	—		244
21	14	13	10	4	3	2	3	—	—		165
28	19	19	8	6	3	0	1	—	—		179
14	26	15	14	13	4	7	0	—	—		182
21	27	25	18	12	6	5	1	—	—		213
226	182	151	110	62	35	18	12	—	—		2272

longueur moyenne A = 93,30
déviation standard $\sigma = \pm 16{,}56$
coefficient de variabilité $V = \pm 17{,}7\ \%$

fécondations artificielles

100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	Totaux
16	17	11	8	4	1	—	—	—	—		227
18	25	12	9	4	1	—	—	—	—		207
16	18	15	12	4	3	0	2	—	—		152
16	11	15	15	4	2	—	—	—	—		159
24	18	17	14	7	7	1	1	—	—		198
13	12	11	13	9	5	1	—	—	—		132
35	27	10	12	7	3	2	—	—	—		249
20	20	27	18	13	8	2	3	1	1		202
14	16	22	20	9	7	1	1	—	—		191
10	27	18	6	6	6	1	0	1	—		213
190	191	158	128	78	45	14	7	3	1		1930

longueur moyenne A = 96,8
déviation standard $\sigma = \pm 16{,}04$
coefficient de variabilité $V = \pm 16{,}6\ \%$

2. Nombre d'épillets par épi

a) *Richelle issue de lignées autofécondées naturellement*

Lignées	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Totaux
1	—	7	9	36	49	47	72	51	21	5	2	1	—	—	300
2	—	1	4	7	27	43	82	68	43	17	4	—	—	—	301
3	—	2	2	5	14	25	42	62	68	32	3	1	—	—	247
4	—	—	3	7	17	34	54	50	27	13	4	1	—	—	210
5	—	—	—	11	13	28	47	61	37	22	9	3	—	—	231
6	—	—	1	4	18	20	48	54	46	33	15	5	—	—	244
7	—	2	2	4	12	10	21	32	43	22	14	2	1	—	165
8	—	—	5	2	16	21	24	34	31	36	9	1	—	—	179
9	—	4	3	4	18	32	26	27	30	28	6	4	—	—	182
10	—	4	2	10	16	23	25	33	36	37	21	6	—	—	213
Totaux :	—	20	31	90	200	283	442	472	377	245	87	24	1	—	2272

Pour l'ensemble des 10 lignées { Nombre moyen A = 19,3 ; Déviation standard $\sigma = \pm 1{,}94$; coefficient de variabilité $V = \pm 10\,\%$

b) *Richelle issue de fécondations artificielles*

Lignées	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Totaux
1	—	—	5	13	21	32	66	56	23	10	1	0	—	—	227
2	—	2	1	1	15	19	50	56	40	21	2	—	—	—	207
3	—	—	3	6	7	14	24	37	37	20	4	—	—	—	152
4	—	1	2	4	13	24	29	28	31	21	5	1	—	—	159
5	—	—	—	7	10	21	34	48	48	19	8	3	—	—	198
6	1	3	1	6	8	14	11	15	33	23	14	2	1	—	132
7	—	—	5	7	10	34	54	54	55	24	6	—	—	—	249
8	—	1	3	9	10	37	21	47	40	21	8	2	1	1	202
9	—	—	1	5	15	19	33	25	41	30	19	3	—	—	191
10	—	—	—	13	12	20	59	54	36	16	3	—	—	—	213
Totaux :	1	7	21	71	121	234	381	420	384	205	70	11	2	2	1930

Pour l'ensemble des 10 lignées { Nombre moyen A = 19,50 ; Déviation standard $\sigma = \pm 1{,}79$; Coefficient de variabilité $V = \pm 9{,}2\,\%$

3. Densité des épis

a) *Richelle issue de lignées autofécondées naturellement*

Lignées	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Totaux
1	—	—	3	17	32	54	60	45	31	27	17	11	2	0	0	0	1	—	300
2	—	—	5	10	19	31	55	59	54	22	10	19	8	4	3	1	0	1	301
3	—	4	4	19	23	36	36	48	28	14	15	11	7	2	—	—	—	—	247
4	—	1	9	13	13	33	44	36	18	20	10	5	5	2	1	—	—	—	210
5	—	—	2	20	33	44	33	42	26	17	6	5	2	0	1	—	—	—	231
6	—	1	8	28	48	53	33	25	18	15	10	3	2	—	—	—	—	—	244
7	—	—	4	19	30	21	20	32	13	12	8	5	0	1	—	—	—	—	165
8	—	—	3	15	34	30	34	22	9	12	8	7	2	—	0	1	1	—	179
9	—	1	14	37	46	30	20	13	11	4	1	5	—	1	—	—	—	—	182
10	—	—	10	34	44	42	31	19	14	9	6	4	—	—	—	—	—	—	213
Totaux :	—	7	62	212	322	374	366	341	222	152	91	75	28	10	5	2	2	1	2272

Pour l'ensemble des 10 lignées { Densité moyenne A = 21,2 ; Déviation standard σ = ± 2,38 ; Coefficient de variabilité V = ± 11,2°/₀

b) *Richelle issue de fécondations artificielles*

Lignées	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Totaux
1	—	—	10	27	18	42	51	25	15	23	6	7	2	1	—	—	—	—	227
2	—	—	3	20	25	44	39	39	15	11	5	3	3	—	—	—	—	—	207
3	—	—	6	27	24	29	25	12	12	8	6	3	—	—	—	—	—	—	152
4	—	—	4	22	24	22	37	19	15	10	6	—	—	—	—	—	—	—	159
5	—	—	18	20	36	39	33	22	13	8	5	4	—	—	—	—	—	—	198
6	—	2	1	14	31	24	19	15	11	7	5	3	—	—	—	—	—	—	132
7	—	—	8	31	28	51	41	34	24	15	6	10	1	—	—	—	—	—	249
8	1	7	20	46	30	37	22	15	9	8	3	2	1	0	1	—	—	—	202
9	—	5	23	45	35	33	20	21	5	3	0	1	—	—	—	—	—	—	191
10	—	2	8	34	35	40	31	27	14	15	5	1	—	—	—	—	—	—	213
Totaux :	1	16	101	286	286	361	318	229	133	109	47	34	7	1	1	—	—	—	1930

Pour l'ensemble des 10 lignées { Densité moyenne A = 20,5 ; Déviation standard σ = ± 2,19 ; Coefficient de variabilité V = ± 10,7°/₀

4. Poids du grain de 100 épis

Lignées.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totaux
a) autofécondées gr.	142	148	156	161	172	173	177	180	183	215	1707 gr.
b) fécondées artificiellement gr.	149	149	159	164	170	171	174	177	181	191	1685 gr.

Moyenne des 10 lignées { autofécondées ..... 170.7 ± 4,44 ; fécondées artificiellement.. 168,5 ± 2,88

Probabilité du résultat 1/8,5

B) BLÉ TENDRE

I. — Longueur

Lignées — a) *Florence issu de pieds*

	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1	—	3	13	17	31	20	31	24	27	14	6
2	—	12	31	22	35	31	31	17	22	5	9
3	2	8	13	22	43	34	38	21	6	6	2
4	—	6	14	20	36	32	41	35	33	13	4
5	2	5	20	18	29	25	37	26	8	9	3
6	—	6	11	30	40	40	48	32	31	9	8
7	1	3	14	24	26	31	36	24	17	8	2
8	—	2	14	20	21	20	14	35	21	18	14
9	—	3	11	19	24	27	20	25	25	13	11
10	4	7	15	22	13	28	27	26	22	20	13
Totaux :	9	45	156	214	308	298	323	265	212	115	72

Pour l'ensemble des 10 lignées :

b) *Florence issu de*

Lignées :	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1	—	—	4	2	8	6	21	18	17	24	20
2	—	—	2	4	2	12	17	27	36	34	23
3	1	1	4	13	8	15	26	25	26	18	18
4	—	1	1	6	8	10	13	18	18	26	21
5	—	—	—	3	7	7	15	20	14	19	19
6	—	—	—	—	3	1	5	6	12	15	7
7	—	1	4	4	11	15	25	17	12	27	17
8	—	—	1	3	5	2	11	9	12	12	17
9	2	5	5	9	14	10	15	23	14	21	14
10	—	—	1	3	6	10	14	8	21	27	19
Totaux :	3	8	22	47	72	88	163	171	182	223	175

Pour l'ensemble des 10 lignées :

« FLORENCE »

du rachis

autofécondés naturellement

100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	Totaux
3	0	1	—	—	—	—	—	—	—		193
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—		222
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		196
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		236
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		183
2	2	—	—	—	—	—	—	—	—		257
2	2	—	—	—	—	—	—	—	—		192
7	4	—	—	—	—	—	—	—	—		190
7	0	2	0	1	—	—	—	—	—		188
3	1	—	—	—	—	—	—	—	—		201
29	7	3	0	1	—	—	—	—	—		2058

longueur moyenne A = 75,22
déviation standard $\sigma = \pm 12{,}02$
coefficient de variabilité V = ± 16%

fécondations artificielles

100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	Totaux
9	8	4	5	2	—	—	—	—	—		148
24	7	8	1	—	—	—	—	—	—		197
13	12	10	6	2	3	—	—	—	—		199
11	9	7	5	4	1	0	1	—	—		160
17	15	6	11	3	0	1	—	—	—		157
13	17	11	8	6	3	3	0	3	1		114
18	11	8	4	5	3	0	1	—	—		184
17	13	11	11	3	2	1	—	—	—		132
24	13	11	14	7	6	4	2	0	1		214
12	12	6	11	7	1	2	0	0	1		161
158	117	82	76	39	19	11	4	3	3		1666

longueur moyenne A = 91,9
déviation standard $\sigma = \pm 16{,}48$
coefficient de variabilité V = ± 17,9%

2. Nombre d'épillets par épi

a) *Florence issu de pieds soumis à l'autofécondation naturelle*

Lignées	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Totaux
1	2	6	26	50	54	34	16	8	—	—	—	—	—	—	193
2	9	33	54	57	46	17	4	2	—	—	—	—	—	—	222
3	5	11	36	57	62	21	4	—	—	—	—	—	—	—	196
4	17	35	46	72	52	13	1	—	—	—	—	—	—	—	236
5	6	18	20	55	60	16	4	—	—	—	—	—	—	—	183
6	10	20	71	79	53	23	0	1	—	—	—	—	—	—	257
7	1	11	22	41	59	38	17	2	1	—	—	—	—	—	192
8	8	21	39	47	39	31	4	1	—	—	—	—	—	—	190
9	7	18	45	52	32	18	10	6	—	—	—	—	—	—	188
10	7	10	25	32	42	54	25	5	1	—	—	—	—	—	200
Totaux :	72	183	384	542	499	262	85	29	2	—	—	—	—	—	2058

Pour l'ensemble des 10 lignées { nombre moyen A = 16,2 ; dèviation standard $\sigma = \pm$ 1,48 ; coefficient de variabilité V = $\pm$ 9,1 %

b) *Florence issu de fécondations artificielles*

Lignées	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Totaux
1	—	2	5	12	39	35	26	22	4	3	—	—	—	—	148
2	1	1	8	16	31	57	45	32	6	—	—	—	—	—	197
3	9	8	14	30	35	40	35	10	8	3	2	—	—	—	199
4	—	5	13	18	34	33	28	15	10	4	—	—	—	—	160
5	—	—	1	7	12	30	43	35	22	5	2	—	—	—	157
6	—	—	2	3	13	16	22	20	19	7	7	4	1	—	114
7	6	5	16	19	44	30	31	18	12	2	0	1	—	—	184
8	2	2	4	4	13	15	30	31	14	7	9	1	—	—	132
9	9	8	9	20	25	22	46	33	18	16	4	4	—	—	214
10	8	10	15	20	28	33	18	18	6	4	0	1	—	—	165
Totaux :	35	41	87	149	274	311	324	234	119	56	24	11	1	—	1666

Pour l'ensemble des 10 lignées { nombre moyen A = 18,2 ; dèviation standard $\sigma = \pm$ 2,10 ; coefficient de variabilité V = $\pm$ 11,5 %

3. Densité des épis

a) *Florence issu de pieds soumis à l'autofécondation naturelle*

Lignées	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Totaux
1	—	—	1	4	13	22	27	25	33	16	17	12	11	9	1	2	193
2	—	—	—	2	4	17	20	53	31	29	35	18	4	7	0	2	222
3	—	—	—	2	3	5	15	34	44	27	37	14	8	5	1	1	196
4	—	—	1	3	21	42	53	41	38	18	9	3	3	3	1	—	236
5	—	—	—	—	5	8	21	34	41	21	24	13	7	5	3	1	183
6	—	—	—	6	15	40	49	51	25	26	24	10	7	3	1	—	257
7	—	—	—	—	4	12	18	28	30	32	30	12	11	13	1	1	192
8	—	—	—	7	36	37	26	29	14	15	15	7	4	—	—	—	190
9	—	—	1	10	29	20	20	42	26	17	15	5	2	1	—	—	188
10	—	—	—	2	7	16	26	34	29	27	24	7	10	10	6	3	201
Totaux :	—	—	3	36	137	219	275	371	311	228	230	101	67	56	4	10	2058

Pour l'ensemble des 10 lignées { Densité moyenne A = 21,5 ; déviation standard $\sigma = \pm 2{,}38$; coefficient de variabilité V = ± 11,1 %

b) *Florence issu de fécondations artificielles*

Lignées	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Totaux
1	—	—	4	6	27	16	31	25	11	13	5	4	3	1	0	1	148
2	—	1	2	6	26	38	47	32	20	15	15	5	5	—	—	—	197
3	1	2	10	20	22	24	37	24	25	13	7	4	4	4	2	—	199
4	—	3	8	18	20	23	22	28	16	9	7	2	2	2	—	—	160
5	—	0	7	16	13	20	20	22	26	14	9	5	4	1	—	—	157
6	—	—	7	18	27	16	19	12	8	4	2	0	1	—	—	—	114
7	1	1	7	28	18	25	29	29	26	5	9	2	2	1	1	—	184
8	—	—	2	15	21	16	28	17	19	9	3	1	0	1	—	—	132
9	1	2	7	22	33	24	32	27	25	13	7	6	8	3	2	2	214
10	1	4	18	28	33	32	22	11	6	5	1	—	—	—	—	—	161
Totaux :	4	13	72	177	240	234	287	228	182	100	55	29	24	13	5	3	1666

Pour l'ensemble des 10 lignées { Densité moyenne A = 20 ; déviation standard $\sigma = \pm 2{,}45$; coefficient de variabilité V = ± 12,25 %

4. Poids du grain de 100 épis

Lignées.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totaux
a) autofécondées gr.....	101	110	110	113	114	122	125	129	136	145	1205
b) fécondées artificiellement gr..	146	146	154	161	161	173	181	181	185	194	1682

Moyenne des 10 lignées { autofécondées ..... 120,5 ± 2,87 ; fécondées artificiellement.. 168,2 ± 3,62

Probabilité du résultat : presque absolue.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

(moyenne de 10 lignées à la F_4)

A) — BLÉ TENDRE RICHELLE HATIVE (LIGNÉE PURE 110)		MOYENNE	DÉVIATION STANDARD	COEFFICIENT de variabilité °/₀ de la moyenne
1. Longueur du rachis ...	lignées autofécondées	93,3	± 16,56	± 17,7
	— fécondées artif^{l}	96,8	± 16,04	± 16,6
2. Nombre d'épillets	— autofécondées	19,3	± 1,94	± 10
	— fécondées artif^{l}	19,5	± 1,79	± 9,2
3. Densité de l'épi	— autofécondées	21,2	± 2,38	± 11,2
	— fécondées artif^{l}	20,5	± 2,19	± 10,7
4. Grain dans 100 épis... (poids en grammes)	— autofécondées	170,7 ± 4,44	Probabilité de la différence de productivité : 1/8,5	
	— fécondées artif^{l}	168,5 ± 2,88		
	différence	2,2 ± 5,29		

B). — BLÉ TENDRE FLORENCE (MÉLANGE PROBABLE DE GÉNOTYPES)		MOYENNE	DÉVIATION STANDARD	COEFFICIENT de variabilité °/₀ de la moyenne
1. Longueur du rachis...	lignées autofécondées	75,2	± 12,02	± 16
	— fécondées artif^{l}	91,9	± 16,48	± 17
2. Nombre d'épillets.....	— autofécondées	16,2	± 1,48	± 9,1
	— fécondées artif^{l}	18,2	± 2,10	± 11,5
3. Densité de l'épi	— autofécondées	21,5	± 2,38	± 11,1
	— fécondées artif^{l}	20	± 2,45	± 12,25
4. Grain dans 100 épis... (poids en grammes)	— autofécondées	120,5 ± 2,87	Probabilité de la différence de productivité : presque absolue	
	— fécondées artif^{l}	168,2 ± 3,62		
	différence	47,7 ± 4,62		

n'est pas possible actuellement d'en donner une explication physiologique.

Le « rajeunissement » par fécondations artificielles entre plantes provenant de la même souche ne s'accompagne pas, dans nos résultats, d'une augmentation de la productivité. Le poids de grain dans 100 épis a diminué de 2 gr. 2, ce qui est d'ailleurs insignifiant, ce résultat présentant une erreur probable de + 5,29 indiquant qu'il a 8,5 chances contre 1 d'être dû au hasard.

Pour le Florence, que certains indices nous font considérer comme un mélange de génotypes différents, la fécondation croisée produit sur la descendance, à la deuxième génération, des effets très marqués.

La longueur du rachis est sérieusement augmentée, de 75 m/m, à 91,9, soit de 22 %;

le nombre des épillets par épi passe de 16,2 à 18,2, soit une augmentation de 12,3 %;

la densité des épis diminue de 21,5 à 20, l'augmentation de la vigueur déterminant l'allongement des épis par l'augmentation du nombre des épillets et par l'élongation des entre-nœuds du rachis;

le poids de grain contenu dans 100 épis est porté de 120 gr. 5 à 168 gr. 2, soit un accroisement de près de 30 %. L'erreur probable de cette différence est de + 4,62. Le résultat valant dix fois son erreur probable, sa probabilité est presque absolue. Ce résultat provient à la fois de l'augmentation du nombre des épillets (pour 12,3 %) de celle du nombre de grains par épillet et de celle du poids individuel des grains. Ces deux derniers facteurs de l'augmentation de la productivité n'ont pas fait l'objet de déterminations spéciales.

Une autre conséquence de l'interfécondation entre lignées de Florence est la diminution de l'homogénéité des récoltes. Les courbes de fréquence de la longueur du rachis, du nombre d'épillets et de la densité des épis s'étalent, ce que traduit l'augmentation de la déviation standard ou mieux du coefficient de variabilité. L'examen des tableaux donnant le détail des résultats par lignée montre à première vue cet accroissement de l'hétérogénéité.

Si notre hypothèse que le Florence est un mélange de génotypes est exacte, la F_2 contient elle-même ce mélange auquel s'ajoutent des hétérozygotes, ce qui explique la plus grande variabilité de la population et sa plus grande fertilité.

Considérations générales

Il serait prématuré, dans un sujet d'étude où la complexité même des facteurs impose la plus grande prudence, de tirer des conclusions fermes d'une seule expérience. On ne peut considérer celle-ci que comme un essai préliminaire et nous ne l'avons rapportée au Congrès de Génétique qu'avec l'intention de poser une question et non de la résoudre, avec l'espoir que

d'autres expérimentateurs voudront bien l'étudier, en raison de son importance théorique et pratique.

La notion de lignée pure, si bien précisée par les travaux de Johannsen, Nilsson-Ehle et de nombreux autres biologistes, base de toute sélection, reçoit une nouvelle confirmation de l'expérience concernant la Richelle hâtive : les caractères fluctuants de l'épi restent à peu près immuables, que la récolte ait pour origine des pieds naturellement autofécondés ou qu'elle soit issue de pieds provenant (à la F_2) de fécondations artificielles.

Ce dernier mode de fécondation semble avoir réduit, dans de très faibles proportions, la variabilité des caractères envisagés; les différences constatées ne dépassent pas les écarts normaux dans ce genre d'expériences et la moins grande variabilité du lot issu de fécondation artificielle tient probablement au nombre moins élevé d'épis récoltés et mensurés (1930 au lieu de 2.272).

L'isolement d'une lignée pure de blé est difficile; il reste souvent incertain, parce que nous ne sommes pas fixés sur la nature des caractères distinctifs à envisager. Même pour les caractères morphologiques considérés comme absolus et héréditaires (barbes, couleur des glumes et du grain, pubescence, etc...) il existe des degrés souvent difficiles à apprécier, qui rapprochent ces caractères de ceux que nous considérons comme fluctuants : longueur et densité des épis, nombre d'épillets, longueur de la paille, etc... La séparation de lignées d'après les caractères fluctuants est très compliquée, souvent impossible, en raison de l'action du milieu sur les courbes de fréquence. C'est ainsi que dans nos lignées séparées avec le plus de soin, comme la Richelle hâtive 110, la courbe de fréquence de la longueur des épis présente souvent deux sommets, correspondant, l'un aux premiers épis formés, l'autre à ceux de talles retardataires.

Enfin le problème est presque insoluble si l'on veut tenir compte des caractères physiologiques (précocité, fertilité, résistance aux adversités).

On tourne la difficulté lorsqu'il s'agit de plantes autofécondées, en faisant de la culture généalogique répétée, qui aboutit généralement à des génotypes purs.

Quand il s'agit d'isoler des lignées pures dans les produits d'un croisement, cette culture pédigrée doit être répétée pendant un assez grand nombre de générations pour éliminer complètement les individus qui sont hétérozygotes sous le rapport de caractères invisibles ou difficiles à discerner.

Point de vue pratique

L'expérience que nous rapportons, si les résultats en sont confirmés par d'autres expériences analogues, montre qu'il n'y aurait pas intérêt à isoler des génotypes purs; il suffirait de s'arrêter à l'obtention d'un mélange dont les éléments présenteraient une homogénéité réduite aux qualités économiques; fertilité, résistance aux adversités, caractères du grain.

Il y aurait même lieu de conserver le plus possible d'individus hétérozygotes dans ces mélanges.

La proportion d'hétérozygotes tendant à diminuer avec le temps, grâce à la disjonction qui les ramène partiellement, à chaque génération, aux types homozygotes, des fécondations croisées artificielles seraient nécessaires pour relever le taux des hétérozygotes. Il y a lieu toutefois de remarquer que, dans les régions chaudes et sèches, les cas de fécondation croisée naturelle sont assez fréquents, chez les blés, pour maintenir, dans une certaine mesure, le mélange d'homozygotes et d'hétérozygotes.

Après un croisement, la F_1, qui présente au maximum l'état hétérozygote, puisqu'elle possède, visibles ou latents, tous les caractères des deux géniteurs, est toujours très remarquable et les hybrideurs souhaiteraient de pouvoir s'en tenir là, ce qui est pratiquement impossible pour le blé, mais facilement réalisable pour les plantes à fleurs monosexuées comme le maïs, ou des végétaux susceptibles d'être multipliés par voie asexuée.

Les générations suivantes présentent une ségrégation dont nous profitons actuellement pour isoler des lignées homozygotes. Il est probable qu'un mélange d'hétérozygotes, présentant les caractères économiques recherchés, serait plus productif et qu'il y aurait intérêt à maintenir l'état hétérozygote par de fréquents croisements entre les éléments de ce mélange, parfois morphologiquement semblables.

F. BŒUF

VALEUR MEUNIÈRE ET BOULANGÈRE DES BLÉS

I. — INTRODUCTION - GÉNÉRALITÉS

La principale utilisation des blés étant leur transformation en pain, pour la presque totalité des blés tendres (variétés du *Triticum vulgare*) et en pâtes alimentaires, pour la plus grande partie des blés durs (variétés du *Triticum durum*), il importe de tenir compte de l'aptitude des blés à leurs utilisations industrielles lorsqu'il s'agit de faire le choix des variétés à cultiver ou de produire des variétés nouvelles par sélection et hybridation.

La boulangerie française s'est parfois émue de la qualité quelque peu inférieure du pain provenant de certains blés; elle était assez disposée à croire que l'augmentation du rendement à l'hectare entraînait une diminution des qualités boulangères. Il était donc nécessaire de procéder à des expériences précises de panification des diverses variétés afin de déterminer, si possible, leurs valeurs boulangères respectives et de donner des directives aussi bien à la culture qu'aux producteurs de variétés nouvelles.

Ce travail a été entrepris, en France, à partir de 1921, par M. le Professeur Schribaux, de l'Institut Agronomique, M. Arpin et Mlle Pécaud, des Grands Moulins de Paris et de l'Ecole française de Meunerie.

L'enquête ayant été étendue aux blés nord-africains, nous avons fait parvenir à Mlle Pécaud une collection des principaux blés tunisiens de la récolte 1925.

A la même époque des échantillons de cinq blés tendres et de trois blés durs de Tunisie ont été envoyés, sur sa demande, à M. Stevenson, du Département de l'Agriculture des Etats-Unis d'Amérique, en vue de la même étude.

Avant de donner les résultats de ces essais, nous croyons utile de définir les principaux facteurs de la valeur meunière et boulangère d'un blé et de dire quelques mots des techniques employées par les expérimentateurs pour déterminer ces facteurs, établir les bases de leur appréciation et interpréter les résultats obtenus.

Dans le but de dégager les renseignements d'ordre général que permettent ces sortes d'études, nous serons amené à exposer, dans ce qu'ils ont d'essentiels, les résultats obtenus en France et à l'étranger.

Bases d'appréciation d'un blé. — Un blé est jugé d'autant meilleur qu'il donne, au cours de ses transformations successives, un poids plus élevé de produits de bonne qualité.

La « valeur meunière » peut être exprimée par le poids de farine de bonne couleur extraite de 100 kg. de blé.

La farine étant constituée par la pulvérisation des matériaux de l'amande du grain et leur séparation des enveloppes et du germe, le rendement en farine dépend surtout du rapport entre cette amande et les enveloppes qui constituent les sons et recoupes. Le travail des cylindres permet un grattage presque parfait des enveloppes, tout en laissant adhérente à ces dernières l'assise formée de cellules cubiques riches en aleurone et matières grasses.

On admet qu'en moyenne l'amande transformable en farine représente environ 80 % du poids du grain.

En réalité, il reste toujours un peu d'amidon adhérent au son, ce qui fait que la proportion d'amande oscille entre 80 et 85 %. Bien que très minces, les enveloppes avec la couche à aleurone qui se détache avec elles et le germe, constituent un cinquième du poids du blé.

Sans qu'il soit besoin de faire intervenir des calculs de volume assez compliqués, il est facile de se rendre compte que le poids des enveloppes, à épaisseur égale, varie suivant la « surface » du grain, tandis que le poids de l'amande dépend surtout du « volume » de ce grain. Un grain allongé donne plus de son qu'un grain court et arrondi; un grain mal venu, échaudé ou mûri brusquement, contient moins de farine qu'un grain mieux rempli. Ce sont surtout les matériaux de l'amande qui s'accumulent dans le grain de blé pendant la période de maturation, plus cette période sera longue, plus le grain sera renflé et plus son rendement en farine sera élevé.

L'épaisseur des enveloppes diffère également suivant les variétés et il suffit d'une faible variation pour que le volume et le poids des enveloppes subissent une modification appréciable.

La proportion d'enveloppes déterminée par M. Arpin et Mlle Pécaud sur les blés des récoltes 1921 et 1922 varie de 13,1 à 18,2 % en 1921, de 8,7 à 24,5 en 1922. Il n'est pas douteux que de tels écarts influent sur la valeur meunière des variétés.

La qualité de la farine, au point de vue de la meunerie, dépend surtout de sa blancheur. Une extraction trop poussée ou mal conduite incorpore à la farine des pellicules de son, dont la couleur tranche sur le fond blanc et constitue des « piqûres ». Indépendamment de ce défaut, partiellement remédiable, la couleur de la farine pure dépend de sa teneur en matières azotées ou gluten. Celui-ci est gris, tandis que l'amidon est blanc, et l'on conçoit que les blés riches en gluten donnent des farines moins blanches que les blés pauvres. La proportion de gluten dans le grain augmentant du centre à la périphérie, plus l'extraction est poussée par le grattage des sons, plus la farine devient grise.

La « valeur boulangère » d'une farine est représentée par le poids de pain de bonne qualité que l'on peut obtenir de 100 kg. de farine.

Le poids du pain est conditionné par le poids d'eau que l'on peut incor-

porer à la farine pour la transformer en pâte de travail facile et par la perte d'eau que subit cette pâte pendant la cuisson. Il est évident que le pain de gros volume, à mie abondante, évapore moins d'eau à la cuisson que les pains de petites dimensions, de forme allongée, qui offrent une plus grande surface d'évaporation. Pour les pains de même volume et de même forme le poids est à peu près constant, et il est plus intéressant de considérer les qualités boulangères de la farine que le rendement en pain.

Elles comprennent la facilité de pétrissage, de façonnage de la pâte, la bonne levée de celle-ci, l'aspect extérieur du pain, son aspect intérieur (couleur et texture), sa saveur et son odeur. Ces qualités dépendent par conséquent, non seulement des propriétés de la farine, mais aussi du mode de travail et des exigences des consommateurs.

Enfin, la « valeur nutritive » d'un pain se mesure par la quantité de calories apportées à l'organisme par ses constituants et par sa digestibilité.

L'appréciation d'un blé destiné à la panification est fort complexe parce qu'il faut tenir compte des rendements successifs en produits de transformation, des qualités multiples de ces produits, parce que l'appréciation de ces qualités est souvent arbitraire, parfois même en contradiction avec la valeur intrinsèque de l'aliment.

Pour la fabrication de pâtisseries, de biscuits, les qualités exigées de la farine sont souvent de donner des produits faciles à émietter, cassants, très soufflés, etc., et l'on conçoit que des farines peu propres à la panification puissent convenir à ces usages particuliers; par exemple, des farines « faibles », à teneur peu élevée en gluten, sont parfois recherchées parce qu'elles permettent une économie de la matière grasse ajoutée à la pâte pour obtenir la texture désirée.

La fabrication des pâtes alimentaires ayant pour point de départ la semoule, les meilleurs blés pour cet usage sont ceux qui donnent des grains cornés, vitreux, riches en gluten. Les blés durs (variétés du ***Triticum durum*** et du ***T. polonicum***) et, à un moindre degré, les blés poulards (variétés du ***T. turgidum***), conviennent surtout à ces fabrications. Ils donnent, par contre, un pain serré, peu estimé dans les régions où l'on consomme habituellement du pain de blé tendre, mais bien accepté et même préféré des populations accoutumées à leur consommation.

Lorsqu'il s'agit de déterminer la valeur meunière et boulangère d'une variété, les difficultés que nous venons de vous signaler s'accroissent du fait que la composition et les qualités du grain et de ses dérivés subissent l'influence du lieu de culture, de la composition du sol et surtout de la maturation, suivant les conditions climatériques.

Enfin, la comparaison de plusieurs variétés entre elles nécessite, pour avoir une véritable signification, des cultures comparatives dans les mêmes conditions de milieu.

C'est sous le bénéfice de ces considérations générales que nous examine-

rons les essais de détermination de la valeur boulangère de blés, dont nous avons pu nous procurer les résultats, afin d'en tirer les enseignements qu'ils peuvent comporter, tant au point de vue de la valeur des variétés de blé que dans le but de perfectionner la méthode d'appréciation de cette valeur.

Technique. — La mouture et la panification de petits échantillons de blé présentent certaines difficultés, car il est nécessaire de se rapprocher autant que possible des conditions normales du travail dans les moulins et les boulangeries.

Le détail des techniques employées par les divers expérimentateurs se trouve dans les mémoires et ouvrages cités à la fin de ce travail et auxquels nous renvoyons le lecteur. Nous ne pouvons en donner ici qu'un bref résumé.

La mouture est effectuée dans un moulin d'essais, à cylindres cannelés, pour les broyages successifs et cylindres lisses pour les convertissages. Le travail d'un tel appareil n'est pas aussi parfait que celui d'un moulin industriel et la farine obtenue n'est jamais aussi pure. Il est donc à peu près impossible d'obtenir un chiffre exact pour le rendement en farine; aussi M. Arpin et Mlle Pécaud n'ont-ils pas donné de chiffres exprimant la valeur meunière des blés qu'ils ont étudiés; MM. J. H. Shollenberger et J. Allen Clarck, dans leurs essais de blés américains, ont donné le poids de farine obtenue en traitant tous les échantillons de la même manière. Ces chiffres ne peuvent pas être pris dans leur valeur absolue et ne doivent être envisagés que comparativement les uns aux autres.

Les expérimentateurs français, n'ayant en vue que la valeur boulangère des farines, ont préféré se limiter, pour tous les échantillons, à une extraction uniforme de 60 %, ce qui facilite la comparaison des farines et des pains obtenus. Il est juste toutefois de faire remarquer que le rendement des blés en farine est un élément important de leur valeur industrielle et doit entrer en ligne de compte dans l'appréciation des variétés.

La couleur de la farine, qui influe beaucoup sur la couleur du pain, ne ne peut être appréciée sur la mouture provenant d'un moulin d'essai. M. Arpin et Mlle Pécaud constatent que la farine à 60 % d'extraction donnée par ce moulin est moins pure que la farine à 75 % provenant d'un moulin industriel.

Ce n'est guère que par le traitement d'un lot important de chaque variété de blé, dans un moulin normal, que le rendement en farine et la couleur de cette dernière, c'est-à-dire les qualités meunières d'un blé, peuvent être déterminées avec une approximation satisfaisante.

La panification d'échantillons de quelques centaines de grammes et même de quelques kilogrammes de farine peut être faite dans des conditions se rapprochant davantage de celles de la pratique courante et la comparai-

son des résultats obtenus est possible à la condition : 1° que chaque série comporte toujours le même témoin; 2° que chaque échantillon soit panifié un certain nombre de fois.

Tous les expérimentateurs ont satisfait au premier de ces desiderata. Les Américains admettent qu'il faut au moins cinq essais pour chaque échantillon, et ils ont rejeté de leurs tableaux les résultats correspondant à un nombre moindre. Le pétrissage, la fermentation, la cuisson, subissent des influences qui nous échappent et dont on pense s'affranchir en joignant un témoin à chaque série d'essais. Rien ne prouve que les résultats seraient les mêmes si l'on panifiait plusieurs fois la même série, car le témoin et les variétés mises en comparaison restent, dans une certaine mesure, indépendants les uns des autres et peuvent être différemment affectés par des conditions qui changent à chaque essai. Les variations entre les essais successifs d'un même échantillon, en dépit de toutes les précautions qu'il est possible de prendre, présentent une assez grande amplitude, ainsi qu'en témoigne, par exemple, le volume du pain donné par le standard dans les différentes séries d'essais. Voici les chiffres tirés des résultats publiés par les expérimentateurs français pour les blés des récoltes 1921 et 1922.

Volume de 1.000 grammes de pain fourni par le témoin :

Récolte de 1921, blé de Crèvecœur-le-Grand (Oise),
4.006, 3.890, 3 807, 3.699, 3.629, 3.616, 3.585, 3.512, 3.410, 3.324 cmc.

Récolte de 1922, blé « hybride hâtif inversable » de Coulommiers,
3.448, 3.445,3, 3.402,7, 3.555,6, 3.391,6, 3.315,3, 3.305, 3.296,7, 3.275,5, 3.269,9, 3.266, 3.263,8, 3.070, 2.991,7, 2.990, moyenne 3.285 cmc. 8

En raison de ces variations inévitables, chaque résultat ne peut être considéré dans sa valeur absolue et il est indispensable de faire des moyennes.

L'appréciation de la valeur meunière et boulangère d'un blé, tant par l'analyse du blé et de la farine que par l'examen de la pâte et du pain peut faire l'objet d'un certain nombre de déterminations exprimées par des chiffres de pourcentage; d'autres qualités non mesurables, ne peuvent être représentées que par des notes d'une échelle arbitraire, donnés par comparaison avec le témoin.

	VALEUR NUMÉRIQUE	QUALITÉS faisant l'objet d'une cotation
Blé.....	**Poids spécifique ;** **Humidité °/₀ ;** **Matières azotées °/₀ ;** **Poids des enveloppes °/₀.**	

	VALEUR NUMÉRIQUE	QUALITÉS faisant l'objet d'une cotation
Farine..	Poids produit par 100 kg. de blé..	
	Humidité °/₀	Couleur.
	Matières azotées totales °/₀	Caractères du gluten.
	Gluten °/₀	
	Hydration du gluten	
Pâte....	Eau absorbée °/₀ de farine	Pétrissage.
		Fermentation.
		Tourne (façonnage).
Pain....	Poids	Aspect extérieur.
	Volume..	Aspect intérieur (texture, odeur et couleur)

Pour ce qui concerne le mode de cotation adopté par les expérimentateurs français, une observation nous paraît s'imposer. La pâte et le pain reçoivent chacun quatre notes (sur une échelle de 0 à 20), dont le total sert à établir le classement. Aucune des valeurs numériques déterminées n'intervient dans ce dernier. La facilité de travail de la pâte et la bonne fermentation constituent bien des qualités boulangères au point de vue du boulanger; mais ce qui importe en définitive au consommateur c'est uniquement la qualité du pain obtenu, que seule, il apprécie. Les expérimentateurs américains s'en tiennent à la cotation du pain.

Celle-ci est généralement dans une dépendance assez étroite des qualités de la pâte et de sa fermentation, et le classement du blé se trouve conservé dans ses grandes lignes, que l'on fasse intervenir ou non la cotation de la pâte; il présente toutefois, suivant le mode d'appréciation, des modifications de détail, qui peuvent avoir leur importance. Par exemple dans les tableaux de résultats donnés par M. Arpin et Mlle Pécaud, nous notons :

		Classement du blé
1re année, récolte 1921 :		
Blé Blesplas	pain 14 + 14 + 17 + 23 = 68	16e
— Bretonnières	pain 17 + 17 + 18 + 18 = 70	18e
— rouge polifique barbu	pain 23 + 23 + 17 + 9 = 72	37e
2e année, récolte 1922 :		
Blé Aurore	pain 17 + 17 + 17 + 19 + 70	12e
— Gironde inversable	pain 18 + 18 + 18,5 + 16,5 = 71	16e
— Cuirassier de Svalof	pain 20 + 20 + 18 + 14,5 = 72,5	32e

Dans ces cas, à vrai dire exceptionnels, le classement du blé ne correspond plus au classement du pain.

Il semble désirable que le classement du blé tienne davantage compte de la qualité du pain obtenu que des difficultés inhérentes à la panification.

Il est à noter également, et ceci à la louange des boulangers parisiens, que le pain que l'on mange à Paris est de qualité tout-à-fait supérieure.

C'est du véritable gâteau comparé à celui que l'on consomme dans beaucoup d'autres villes et aux colonies. Il est fort probable que bon nombre des pains cotés passables ou médiocres lors des essais faits à Paris auraient été considérés comme très satisfaisants ailleurs.

Les Américains (Etats-Unis, Canada), préparent leur pain tout autrement que les Français; ils ajoutent souvent un peu de sucre à la pâte, le pain est cuit dans des moules et n'est jamais aussi léger, aussi soufflé que le bon pain français, aussi leurs essais de panification de leurs nombreuses variétés de blé montrent-ils, ainsi qu'on le verra plus loin, de faibles différences, tandis que la cotation des blés français se traduit par des chiffres allant de 90 à 177, certainement hors de proportion avec ceux qui exprimeraient la valeur alimentaire intrinsèque des pains obtenus.

L'étude de la valeur boulangère des variétés de blé d'un pays comporte les problèmes suivants que nous examinerons successivement :

Etude des variétés considérées individuellement : influence de conditions de milieu (localité, année de culture), sur leurs qualités.

Comparaison des variétés entre elles.

Comparaison de groupes de variétés : chaque groupe comprenant des variétés ayant les mêmes exigences culturales (blés de printemps et blés d'automne), et donnant des grains de même nature (mous, glacés, durs).

Nous examinerons successivement, à ces divers points de vue, les résultats que nous avons pu recueillir.

II. — ÉTUDE DES VARIÉTÉS CONSIDÉRÉES INDIVIDUELLEMENT

a) **Blé tendre américain « Marquis. »** — Dans leur travail sur les blés des Etats-Unis, M.M. J. H. Shollenberger et J. Allen Clark ont choisi comme variété type le blé tendre « Marquis », en raison de ses qualités incontestées et de la surface très importante qui lui est consacrée. Ce blé représente, à lui seul, les deux tiers de la production en blés tendres de printemps à grain glacé et rouge (« Hard red spring wheats » de la liste officielle des standards américains), qui occupaient, en 1919, 6.475.000 hectares, soit un quart de la surface totale cultivée en blé aux Etats-Unis.

Cette variété a été cultivée, pendant cinq années consécutives (1917 à 1921), dans douze stations; elle a fait l'objet des déterminations suivantes : poids spécifique du blé, teneur du blé en matières azotées, rendement en farine, eau absorbée par la farine, volume du pain.

Tous ces résultats sont donnés dans des tableaux que nous ne pouvons penser à reproduire ici. Nous nous bornons à réunir, dans le tableau ci-dessous les « moyennes » par localité et par année.

Nous avons rapporté à la moyenne générale, calculée sur l'ensemble des déterminations pour les cinq années et pour les douze stations :

d'une part, les moyennes des cinq années pour chacune des douze stations, de manière à dégager l'influence de la localité;

d'autre part, la moyenne des douze stations pour chacune des cinq années afin de faire ressortir l'influence de l'année de culture.

Pour rendre ces comparaisons plus faciles, nous avons utilisé les résultats des auteurs pour calculer les écarts en plus et en moins, exprimés pour cent de la moyenne générale. Dans chaque série, le maximum est indiqué par le signe * le minimum par le signe °.

Tableau I. — Variation des qualités du blé "Marquis" suivant les localités et les années de culture

(Ecarts °/₀ de la moyenne générale)

LOCALITÉS (Moyenne de 5 années)	POIDS spécifique du blé Moy. 75,51	PROTÉINE °/₀ de blé Moy. 15,03	FARINE °/₀ de blé Moy. 70,35	EAU absorbée °/₀ de farine Moy. 60,04	VOLUME du pain Moy. 2,260
Mocassin, Mont.	+ 5 1	+ 1 8	+ 2 8	+ 1.6	— 1.4
Havre, Mont.	+ 0.6	+ 16.4 *	+ 0.2	+ 2.9 *	— 1.9
Dickinson, N. Dak.	+ 2	+ 9.8	— 1.3	— 1.6	+ 13.9 *
Mandon, N. Dak.	+ 0.2	+ 2.5	— 1.1	+ 1.1	+ 4.4
Archer, Wyo.	— 1 6	— 5.5	+ 0.2	+ 2 3	+ 0.2
North Platte, Nebr.	— 3.1	— 7.5	— 3.1 °	— 3.2	+ 0.4
Akron, Colo.	— 2.6	+ 13.8	— 2.8	— 0.4	— 0.8
Lind, Wash.	— 2.6	— 3.5	— 1 5	+ 1.3	— 1.1
Moro, Oreg.	— 7 °	+ 4.5	— 2.8	— 2.4	+ 1 3
Burns, Oreg.	+ 0.2	+ 8.4	+ 1 8	+ 1.8	+ 1 2
Aberdeen, Idaho.	+ 3.2	+ 1.2	+ 4.8 *	+ 2.1	— 1.2
Chico, Calif.	+ 6 1 *	— 40.8 °	+ 2.8	— 5.4 °	— 15.3 °
Ecart entre max. et min.	13 1	57.2	7.9	8.3	29 2
ANNÉES DE RÉCOLTE (Moyennes des 12 stations)					
1917	+ 2.5 *	+ 5.8 *	+ 0.5	— 0.6	— 1.1
1918	+ 1.3	— 3.5	+ 2.8 *	— 1.9 °	+ 1.6
1919	— 2.1 °	— 0.9	— 1.2	+ 1.1 *	+ 5 *
1920	— 1.1	+ 1.1	— 0.2	+ 0.9	— 4.3 °
1921	— 0.5	— 2.9	— 1.8 °	+ 0.6	— 1.2
Ecart entre max. et min.	4.6	8.7	4.6	3	9.3

La première partie du tableau permet de se rendre compte de l'influence de la localité de production sur les qualités du blé « Marquis ».

Le « poids de l'hectolitre de blé » oscille autour de 75 kg. 5, les plus grands écarts étant de + 6,1 et — 7 %. Ces chiffres représentent une moyenne de cinq années de récolte, on peut admettre que la région exerce une influence marquée sur le poids spécifique de la variété de blé étudiée. Pour les stations de Chico, Calif. et de Mocassin, Mont., qui présentent les chiffres les plus élevés, les résultats des cinq années sont tous supérieurs à la moyenne générale (voir les tableaux détaillés dans le travail original). Pour la station de Moro, Oreg., le poids spécifique du blé est inférieur à la moyenne pendant chacune des cinq années et pour celle de North Platte Nebr, cette infériorité se manifeste pendant les quatre dernières années.

Les auteurs n'indiquent pas à quelles influences locales peuvent être attribuées ces différences; leur travail ne contient aucun renseignement sur les conditions de climat, d'altitude, de nature du sol, etc., qui permette de tenter une explication.

Il serait utile, en raison de l'importance attachée par le commerce des graines au poids spécifique du blé, qu'une étude comparative des diverses provenances d'une variété permît de connaître les conditions qui influent sur le poids de l'hectolitre.

La « teneur du blé en protéine » (Az x 5,7) est l'élément présentant les variations de la plus grande amplitude : de + 16,4 à — 40,8 % de la moyenne générale. Si l'on compare, au lieu des moyennes de cinq années, les résultats individuels, les écarts extrêmes sont représentés par des teneurs de 19,6 et 7,5 %. La proportion de gluten dans la farine n'est pas donnée, il est probable qu'elle subit des variations de même ordre de grandeur (nous verrons plus loin que ces deux teneurs varient parallèlement). La pauvreté en protéine du « Marquis » récolté à la station californienne de Chico est digne de remarque et reste inexpliquée. Le groupe des blés auxquels appartient le « Marquis » est surtout cultivé dans la région du centre Nord des Etats-Unis. Ce blé ne trouve pas, en Californie, les conditions de son milieu habituel, il doit y présenter des anomalies de végétation, qui ne l'empêchent pas cependant de donner un grain à fort poids spécifique et à haut rendement en farine.

Le « rendement en farine » pour cent de blé subit peu de variations : de + 4,8 à — 3,1 % de la moyenne générale. Elles ne sont guère supérieures aux erreurs expérimentales, surtout si l'on pense qu'il s'agit de mouture dans un moulin d'essais. On peut donc dire que le blé « Marquis » a sa valeur meunière très peu influencée par la localité de culture.

L'opinion courante que le rendement en farine est sous la dépendance du poids spécifique trouve, dans les chiffres du tableau, une confirmation partielle; la comparaison des colonnes 1 et 3 montre que les provenances de

« Marquis » ayant le poids spécifique le plus élevé donnent généralement un bon rendement en farine, sans que l'on puisse toutefois établir de proportionnalité.

La « quantité d'eau absorbée par 100 kg. de farine » n'est guère plus variable que le rendement en farine : de + 2,9 à — 5,4 % de la moyenne générale qui est de 60.04 %.

Le « volume du pain », considéré par les Américains comme l'un des principaux facteurs de la valeur boulangère, serait très peu variable si deux stations ne se signalaient pas par deux écarts considérables : + 13,9 et — 15,3 %. Ce dernier écart provient du « Marquis » californien, extrêmement pauvre en protéine, et pourrait s'expliquer par une mauvaise levée due à une teneur insuffisante en gluten; l'écart maximum en plus est donné par des échantillons riches en protéine, provenant de Dickinson, mais le maximum de la teneur en protéine (Hâvre) correspond à un volume de pain inférieur à la moyenne. Le tableau ne montre pas de réelle concordance entre la teneur du blé en protéine totale et le volume du pain obtenu.

La deuxième partie du tableau donne les écarts pour chacune des cinq années de culture, en faisant, pour chaque année, la moyenne des douze stations.

Ces écarts sont beaucoup plus faibles que ceux qui se rapportent à la première partie du tableau (moyenne de cinq années pour chaque station).

Cette constatation permet de conclure qu'un même blé, pris dans un grand nombre de stations différentes, éloignées les unes des autres, présente, pour l'ensemble, des qualités meunières et boulangères qui diffèrent peu d'une année à l'autre.

La provenance déterminerait des variations plus importantes que celles qui tiennent à l'année de culture; il y aurait intérêt, chaque année, à mélanger, pour les travailler, des provenances diverses qui peuvent être assez différentes entre elles.

La seule concordance partielle que montre cette partie du tableau se trouve, comme dans la première partie, entre le poids spécifique et le rendement en farine.

L'examen des résultats individuels, des analyses et des essais de panification du blé « Marquis » montre des écarts beaucoup plus considérables que ceux que nous constatons entre les moyennes annuelles et entre les moyennes par localité :

		kilog.	kilog.
le poids spécifique du blé	varie entre....	83,761	et 66,365
la teneur du blé en protéine	—	19,6 %	et 7,5 %
le rendement en farine	—	76,2 %	et 60,2 %
l'eau absorbée par la farine	—	65,3 %	et 52,9 %
le volume du pain	—	2.860^{cm3}	et 1.720^{cm3}

Les variations ou fluctuations de chacun de ces caractères ou propriétés sont provoquées par les variations du milieu physico-chimique; leur grande amplitude montre qu'aucun résultat d'analyse ou d'essai ne peut être considéré dans sa valeur absolue sans qu'il soit accompagné de l'énoncé des conditions de milieu qui l'ont déterminé.

La valeur d'une variété ne peut donc être établie que par des moyennes portant sur un grand nombre de déterminations, relatives à des provenances diverses pendant plusieurs années de culture. La seule méthode qui permette de savoir si les caractères ou propriétés envisagés sont indépendants les uns des autres, ou si certains sont liés entre eux, consiste à calculer les corrélations qui peuvent exister entre les résultats de séries parallèles de déterminations.

Les tableaux de détail des auteurs américains contenant, pour chacun des éléments d'appréciation du blé « Marquis », 60 chiffres (12 stations pendant 5 ans), il est possible de calculer ces corrélations avec une approximation très satisfaisante. Nous avons calculé ce coefficient de corrélation entre les facteurs que l'on considère généralement comme liés entre eux.

Voici les résultats : (1)

---

(1) r est le coefficient de corrélation calculé d'après la formule de Pearson :

$$r = \frac{\Sigma\,(e_a\ e)}{(n\ \sigma_a\ \sigma_b)}$$

c'est-à-dire que l'on fait, pour chaque échantillon, le produit des écarts e (en leur conservant leur signe + ou —) des valeurs des deux caractères envisagés a et b avec leur moyenne respective, on en fait la somme Σ, on divise cette somme par le produit du nombre n d'échantillons par les deux déviations standards σ établies pour les caractères a et b (Voir F. Bœuf. *L'Amélioration des plantes cultivées*, Tunis 1927.)

L'erreur probable E_p du coefficient de corrélation est donnée par la formule

$$E_p = \frac{0{,}6745\ (1 - r^2)}{\sqrt{n}}$$

Si r est supérieur à 6 fois l'erreur probable, l'existence de la corrélation est pratiquement certaine.

La corrélation est d'autant plus marquée que r se rapproche davantage de l'unité ; si r est inférieur à 0,57, la corrélation peut être considérée comme peu marquée et dépourvue d'intérêt.

Si r est positif, la corrélation est directe, les deux caractères varient dans le même sens ; si r est négatif, la corrélation est inverse, les deux caractères varient en sens inverses.

R^2 est une autre expression du coefficient de corrélation donnée par la formule

$$R^2 = \frac{1 - r^2}{1 + 3_2^2}$$

Si la corrélation est parfaite $R^2 = 0$, si elle est nulle $R^2 = 1$

Au-dessus de $R^2 = 0{,}33$ la corrélation est considérée comme inexistante ou dépourvue d'intérêt. (Voir R. Montessus de Ballore. — *La méthode de corrélation.* Office National météorologique de Paris, 1926).

Corrélation entre poids spécifique et rendement en farine

$$r = 0{,}684 \pm 0{,}046$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0{,}22$$

La corrélation est donc certaine, directe et très marquée.

Depuis longtemps les meuniers ont constaté que le rendement en farine d'un blé s'accroît avec l'augmentation du poids spécifique. Quelle que puisse être l'imperfection des moutures d'essai réalisées par les expérimentateurs américains, les résultats qu'ils ont obtenus pour le blé « Marquis » confirment la constatation pratique des meuniers. Il est donc légitime de tenir compte du poids spécifique d'un blé dans la fixation de son prix.

Corrélation entre le poids spécifique et la teneur en protéine.

$$r = -0{,}31$$

La corrélation est inexistante, les deux caractères ont tendance à varier en sens inverse l'un de l'autre.

Corrélation entre teneur en protéine et absorption d'eau par la farine.

$$r = 0.55 \pm 0.062$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.37$$

La corrélation est directe, peu marquée, et peut-être considérée comme dépourvue d'intérêt.

Corrélation entre la teneur du blé en protéine et volume du pain.

$$r = 0.37 \pm 0.075$$
$$r < 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.61$$

La corrélation ne peut être considérée comme certaine.

b) **Blé tendre français « Hybride hâtif inversable ».** — Parmi les blés étudiés par les expérimentateurs français, celui qui est représenté par le plus grand nombre d'échantillons provenant du plus grand nombre de localités est le blé « Hybride hâtif inversable », de Vilmorin, qui était considéré en France, jusqu'à ces dernières années, comme le « Roi des blés. »

Les provenances n'ont malheureusement pas été les mêmes chaque année; elles se réduisent à deux pour 1923 et 1924, à une pour 1925. Il en résulte que les moyennes que l'on peut tirer des chiffres publiés ne donnent qu'une idée imparfaite de la valeur de cette variété, de l'influence des localités de production et de celle des années de culture.

Nous reproduisons ci-après les principales déterminations et la cotation du pain. Celle-ci a été faite, pour toutes les années, sur la base adoptée à partir de 1922. Le volume du pain, au lieu d'être exprimé en valeur absolue, a été calculé pour cent du témoin, de manière à obtenir des résultats comparables entre eux.

TABLEAU. II. — **Blé tendre "Hybride hâtif inversable" de Vilmorin**

ANNÉES DE RÉCOLTE	LIEU DE PRODUCTION	GRAIN		FARINE ET PATE			PAIN	TOTAL
		Poids spécifique	Matières azotées %	Gluten %	Hydratation du gluten	Eau absorbée % de farine	Volume % du témoin	des points
1921	Orgerus (S. et O.)	79.5	»	9.45	69.1	66 6	103	163
	Coulommiers (S. et M.)	80 5	»	8.85	67.9	70	104	157
	Cappelle (Nord)	80.5	»	9.24	68 7	67 3	104	151
	La Réole (Gironde)	79	»	8.04	68.3	66	84	87
	Moyenne	79.9	»	8.89	68.5	67.5	99	139.5
1922	La Réole (Gironde)	78.5	11.38	9 66	67.2	64.8	»	163
	Allier	79	11.29	9 66	70.3	65.4	119	152.5
	Mormant (S. et M.)	77.3	11.90	10.23	18.9	66.6	»	162
	Coulommiers Témoin	79 5	11 47	10 68	69 9	66.3	100	160
	Orgerus (Benoît) (S. et O.)	79	11.02	10.11	70.5	66.5	108	158
	Cuxac (Aude)	80	11.20	9.21	69.1	66.6	»	158
	Aix (B. du R.)	81	11.99	10.56	71.3	67.1	110	155
	Montpellier Ecole (Hérault)	78.2	11.02	9.09	67.2	66	»	150
	Rennes Ecole (I. et V.)	77.5	11.38	9.63	69	66	»	149
	Calvados	76.5	9.54	7 92	70.1	63.7	101	140 5
	Bourdon (Limagne)	78	14.13	12.78	69	67 3	»	137.5
	Moyenne	78 6	11.48	9 96	69.3	66	106	154.1
1923	Noisy-le-Roy	74.5	14.44	12 69	67.1	63	114	157.5
	Grignon	74	12.07	10 74	70	65.7	»	147.5
	Moyenne	74.2	13.25	11.71	68.5	64.3	»	152
1924	Noisy-le-Roy	76	10.58	9.38	69.5	64 5	»	153
	—	76	10.59	9 57	69.2	66	104	149.5
	Grignon fam. 8	76	8 30	7.86	67 7	64	100	146
	— 18	76	8.84	7.80	69.1	64	90	137.5
	— 22	75.2	9 18	7.26	69.2	64	106	128.5
	—	75.5	9.36	7.56	67.2	64	96	128
	—	76	8.93	7.11	66 5	58.8	104	123
	— 6	76	8 58	6 84	67.9	63	97	116
	Moyenne	75.8	9 30	7.92	68.3	63.5	99.3	135 2
1925	Grignon	78	11.15	9.69	67 1	64 5	104	147 5
	Moyenne générale (26 cas.)	77.6	»	9.29	68.7	65.3	»	145.0
	Moyenne générale (22 cas.)	»	10.83	9.37	»	»	»	»
	Moyenne générale (18 cas.)	»	»	8.94	»	»	103	142.5

La cotation du pain donne une moyenne de 145 points (160 représentant la valeur du témoin, considéré comme très bon pain) avec des valeurs extrêmes de 87 et de 163. Les moyennes annuelles sont de 131,5, 154,1, 152, 135,2 et 147,5. Nous verrons plus loin, en donnant les résultats d'ensemble de plusieurs variétés, ce que l'on peut penser de l'influence des années de culture. Nous nous bornerons, dans ce paragraphe, à rechercher les corrélations qui peuvent exister entre les différents résultats numériques obtenus, ainsi qu'entre la cotation de l'échantillon et ces divers résultats. Les corrélations constatées pourraient nous renseigner sur les facteurs de la valeur boulagère.

Le rendement en farine n'ayant pas été déterminé, il ne peut être question de voir s'il est corrélatif du poids spécifique, comme nous l'avons pu faire pour le blé «Marquis ».

Il n'existe aucune corrélation entre le poids spécifique du blé et la teneur de la farine en gluten (r = 0,06).

Corrélation entre la teneur du blé en matières azotées totales et la teneur de la farine en gluten (22 cas) :

$$r = 0{,}90 \pm 0{,}0027$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0{,}12$$

La corrélation est très accusée et le dosage des matières azotées du grain donne une idée très exacte de la richesse de la farine en gluten.

La concordance entre la teneur du blé et de la farine en matières azotées totales et la teneur en gluten a déjà été signalée par M. Arpin.

Corrélation entre la quantité d'eau absorbée par 100 kg. de farine et celle qui est retenue par le gluten de ce même poids de farine.

Nous avons calculé le deuxième terme en multipliant le taux d'hydratation du gluten par la teneur de la farine en gluten (26 cas).

$$r = 0{,}46 \pm 0{,}105$$
$$r < 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.48$$

La corrélation n'existe pas; l'hydratation du gluten et celle de la farine sont donc deux phénomènes indépendants; le premier dépend vraisemblablement des propriétés particulières du gluten, variables avec sa composition.

Corrélation entre la teneur de la farine en gluten et le volume du pain (18 cas)

$$r = 0{,}57 \pm 0{,}108$$
$$r < 6\ E_p$$
$$R^2 = 0{,}35$$

La corrélation est peu marquée, incertaine, il faudrait disposer d'un nombre plus élevé de cas pour juger de la valeur de cette corrélation.

Corrélation entre la cotation de l'échantillon et le poids spécifique du blé **(26 cas)**

$$r = 0{,}32 \pm 0{,}12$$
$$r < 6\ E_p$$
$$R^2 = 0{,}69$$

La corrélation est inexistante. Le poids spécifique, s'il renseigne sur la valeur meunière du blé, paraît sans relation avec ses qualités boulangères

Corrélation entre la cotation de l'échantillon et la teneur de la farine en gluten **(26 cas)**

$$r = 0{,}70 \pm 0{,}067$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0{,}21$$

Il existe une corrélation directe très marquée entre la richesse en gluten et l'ensemble des qualités boulangères; il est probable qu'un nombre plus élevé de résultats permettrait de conclure que la richesse en gluten est l'un des plus importants facteurs de la qualité du pain.

Corrélation entre la cotation de l'échantillon et le taux d'hydratation du gluten **(26 cas)**.

$$r = 0.30 \pm 0.12$$
$$r < 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.72$$

La corrélation est inexistante.

Corrélation entre la cotation de l'échantillon et le volume du pain **(18 cas).**

$$r = 0.73 \pm 0.075$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.18$$

Il existe une corrélation directe très marquée entre les deux résultats. Bien que le volume du pain n'ait pas été pris en considération par M. Arpin et Mlle Pécaud pour la cotation du pain, on peut dire qu'il varie parallèlement à cette cotation et en fournit une assez bonne expression dans la grande majorité des cas. C'est d'ailleurs le plus important des éléments d'appréciation des expérimentateurs américains.

Pour ce qui concerne l'hybride hâtif inversable, deux déterminations numériques, la teneur de la farine en gluten et le volume du pain, présentent donc une bonne corrélation directe avec l'ensemble des qualités boulangères.

c) **Blé tendre français « Bon Fermier ».** — La variété « Bon Fermier » ayant fait l'objet de vingt essais de panification sur des échantillons provenant de neuf localités et pour cinq années de culture, il est possible, sous le bénéfice des réserves déjà formulées pour l'hybride hâtif inversable, de lui appliquer les mêmes méthodes de comparaison.

TABLEAU III. — **Blé tendre "Bon Fermier"**

ANNÉES DE RÉCOLTE	LIEU DE PRODUCTION	GRAIN		FARINE ET PATE			PAIN	TOTAL
		Poids spécifique	Matières azotées %	Gluten %	Hydratation du gluten	Eau absorbée % de farine	Volume % du témoin	des points
1921	La Réole (Gironde)	79 5	»	8.79	67.7	66.6	88	150
	Coulommiers (S. et M.)	83	»	8.13	67.7	68.9	85	139
	Mormant (S. et M.)	80	»	7.17	66.6	67.7	86	121
	—	81.5	»	6.90	67.5	68.9	82	111
	Moyenne	81	»	7.75	66.4	68	85 2	130.2
1922	Haute-Garonne	81	11.73	10 53	70.7	66	»	161
	Bourdon (Limagne)	80.5	16.87	15.60	70.1	67.7	»	156.
	Seine-et-Oise	81 5	11.11	9.81	70.3	67.1	99	150
	Mormant (S. et M.)	80	12.60	11.04	70.1	66.6	»	146
	Aix (B. de R.)	80.5	11.38	9.45	70.5	67.1	94	145
	La Réole	80	10.59	8 91	68.8	64	100	140.
	Moyenne	80.4	12.38	10.89	70.1	66.4	97.7	149.
1923	Noisy-le-Roi	79	»	11.61	67.5	65	124	177
	Grignon	77	11.69	10.23	69	65.1	»	142
	Moyenne	78	11.69	10.97	68.2	65	124	159.
1924	Noisy-le-Roi	76	10.67	10.29	69.2	67	104	152.
	Grignon fam. 8	77	8.49	7.35	68	63.5	100	149
	— — 2	77	9.10	7.77	67.8	63	100	146
	— témoin	77 5	8.05	6.87	67.9	64	95	127
	— fam. 19	76	8.66	6 87	68.9	64	93	125
	— témoin	76	8.98	6.84	67.9	63	97	116
	— — 20	77	8.14	6.75	64.6	63	85	103
	Moyenne	76.6	8.81	7.53	67.8	69.9	96.3	131
1925	Grignon	80	11.46	9.72	67.9	64	100	157
	Moyenne générale	79	10.61	9.04	68.4	65.6	95.7	140

Il n'existe, pour le « Bon Fermier », que les corrélations qui ont été reconnues pour « l'hybride hâtif inversable ».

Corrélation entre la cotation de l'échantillon et la teneur de la farine en gluten (20 cas).

$$r = 0.75 \pm 0.066$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.16$$

donc corrélation directe très marquée.

Corrélation entre cotation d'échantillon et volume du pain (16 cas).

$$r = 0.76 \pm 0.071$$
$$r > 6\ E_p$$
$$R^2 = 0.15$$

donc corrélation directe très marquée.

Les résultats donnés par le « Bon Fermier » sont en bon accord avec ceux de l' « hybride hâtif inversable »

Les autres variétés de blés français n'ont pas fait l'objet d'un nombre suffisant d'essais pour que l'on puisse se considérer comme suffisamment documenté à leur égard. Nous résumons plus loin les résultats concernant quelques-uns d'entre eux, ces résultats devant être considérés, tout au plus, comme des indications provisoires à compléter dans l'avenir.

III. — COMPARAISON DES VARIÉTÉS ENTRE ELLES

Le fait qu'une variété déterminée de blé ne peut être caractérisée au point de vue de sa valeur meunière et boulangère que par des valeurs moyennes se rapportant à des provenances diverses et à plusieurs années de culture. implique l'obligation, pour établir une comparaison entre les diverses variétés, de les cultiver parallèlement à une variété témoin, dans les mêmes conditions de localité, de nature de sol et de temps.

Il va de soi que le choix de la variété témoin doit être judicieux et porter sur une variété bien adaptée à la région considérée. Si l'étude des variétés embrasse une vaste contrée, si elle comprend des blés d'exigences culturales très différentes (blés d'hiver et blés de printemps par exemple), des blés de nature diverses (blés à grains mous, à grains glacés, à grains durs), il faut diviser les variétés en autant de catégories ou classes correspondantes, et choisir comme témoin, dans chacune d'elles, la variété la plus importante, surtout au point de vue de l'étendue qui lui est consacrée et de son extension géographique.

Comparer entre elles des variétés de toutes natures et de toutes provenances ne peut aboutir qu'à la confusion.

Une étude méthodique des blés ayant été faite pour les variétés cultivées aux Etats-Unis, nous donnerons les traits principaux des constatations qu'a permis cette étude.

L'enquête sur les blés en France et dans l'Afrique du Nord ne permet la comparaison des variétés, au seul point de vue de leur valeur boulangère, qu'avec un témoin, panifié, mais non cultivé, dans les mêmes conditions que ces variétés. Nous envisagerons les résultats de cette enquête comme des indications préliminaires, propres à déblayer le terrain, et non comme l'expression décisive de la valeur comparative des blés cultivés en France.

a) Variétés de blés cultivées aux Etats-Unis

Les blés produits aux Etats-Unis sont officiellement divisés en cinq classes, qui correspondent, non seulement à des types commerciaux, mais encore à la nature des blés, à leur période de végétation et, dans les grandes lignes, à leur provenance.

Ce sont :

1. « The hard spring Wheats ». — Blés de printemps à grain rouge et glacé (Variétés du ***Triticum vulgare***), cultivés surtout dans la région nord centrale 6.475.000 hectares. Variété principale « Marquis ».

2. « The durum Wheats ». Blés durum (Variétés du ***T. durum***), même centre de production que le groupe précédent. 1.620.000 hectares. Variété principale « Kubanka ».

3. « The hard red winter Wheats ». Blés d'hiver, à grain rouge, glacé (Variétés du ***T. vulgare***), produits surtout dans les grandes plaines du centre, 8.500.000 hectares. Variété principale « Kharkof ».

4. « The soft red winter Wheats ». — Blés d'hiver à grain rouge et mou (Variétés du ***T. vulgare*** et du ***T. compactum***), cultivés dans les régions humides de la moitié orientale des Etats-Unis. 8.500.000 hectares. Ces variétés n'ont pas été cultivées comparativement avec un témoin.

5. « The white Wheats ». — Blés à grain blanc, Variétés du ***T. vulgare*** (Common wheat) et du ***T. compactum*** (Club wheat), cultivées dans le Nord, Etats du Pacifique. Variété témoin « Pacific Bluestem ».

Dans chaque groupe, sauf le quatrième, la comparaison a été établie entre chaque variété et celle qui a été choisie comme type, cultivées dans les mêmes conditions pendant cinq années consécutives et la moyenne des résultats a été établie pour un même nombre d'échantillons de chaque variété et du témoin. Ce nombre varie de 5 à 69, suivant les variétés.

La comparaison a porté sur les points suivants : poids spécifique du blé, teneur du blé en protéine, rendement du blé en farine, eau absorbée % de farine, volume, poids, texture et couleur du pain. Toutes ces déterminations fournissent des valeurs numériques, sauf la texture et la couleur du pain, qui font l'objet d'une cotation. Les résutats sont exprimés pour cent du témoin, sauf pour le 4e groupe qui n'a pas fait l'objet de cultures comparatives.

Les classes 1 et 3 sont celles qui nous intéressent le plus, puisqu'il s'agit

de deux groupes de blés tendres, très homogènes, l'un de printemps, l'autre d'hiver; de l'examen des résultats publiés découlent un certain nombre de conclusions intéressantes, d'ailleurs non mentionnées par les Auteurs.

Nous donnons ci-dessous le classement des blés de ces deux groupes, d'après leur valeur boulangère que nous obtenons en faisant la moyenne des quatre chiffres concernant le volume, le poids, la texture et la couleur du pain.

TABLEAU IV. — Comparaison de variétés américaines

VARIÉTÉS	NOMBRE d'échantillons	GRAIN		FARINE		PAIN				
		Poids spécifique	Teneur en protéine	Rendement	Eau absorbée	Volume	Poids	Texture	Couleur	Moyenne des 4 notes
Classe 1. The hard red spring wheats										
1 Marquis (témoin)	»	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2 Ruby	21	101.4	103 4	100 1	103 3	95.4	101.2	100.3	101.3	99.55
3 Pioneer	56	101.2	104 5	101 9	100	98 8	99 4	99 3	100.6	99.52
4 Red Bobs	19	97.4	96	102.4	100.2	97 6	99 8	100.6	98.8	99.20
5 Kota	33	104.5	104	102.6	107	95.1	101.8	101.6	97.6	99.02
6 Kitchner	8	97.7	92.2	100	100	95	100.8	100.6	98 4	98.70
7 Red Fife	5	98.2	99.4	101	100.3	90.4	100.8	100.6	98.9	97.67
8 Haynes Bluestem	54	95 6	100 6	99.7	100 8	94.6	100	98.8	97.2	97.65
9 Prélude	53	102.4	108.5	104	99.2	97 5	99 8	96.5	96 2	97.50
10 Preston	69	101 5	99.4	100	99 3	94.2	99 6	98	97.5	97.42
11 Power	59	100 2	101.9	101.3	100.8	90.3	100.4	96.9	96.6	96.05
12 Chul	12	99 8	96.8	99.6	102 3	85 3	101.4	98 6	99.9	96.03
13 Glyndon	36	97.6	101.3	99.1	99	90 9	99 4	96 4	95 7	95.60
14 Ghirka	34	98.6	92.8	95 5	99.7	90.3	99 8	94.3	94.6	94.75
15 Norka	9	103	109.3	103	99 5	78.3	100 4	99.4	94.9	93.17
Classe 3. The hard red winter wheats										
1 Nebraska n° 6	5	100 3	102 4	98	98 9	103.6	99.4	102.2	100.3	101.37
2 Alton	7	102 2	98.2	103.2	99.4	101 4	100.2	100.1	102.3	101
3 Minturki	10	92 2	97 9	98 9	91 5	108.4	97	101 1	97.4	100 97
4 Montana n° 36	7	99.8	103 4	100.1	101 8	108 3	100 08	100.5	100.8	100.60
5 Turkey	22	100.7	97 2	100 6	99	101.7	100	101.3	99.4	100.60
6 "Station Red"	5	102 1	94 3	101	101 8	101.2	101	100.1	100	157
7 Nebraska n° 60	8	101.5	99 2	99.7	97 4	101 5	99	101 2	100.2	100.47
8 Altara	6	102.8	94 7	100 9	99	102.6	99.4	99.9	100.3	100.30
9 Karmont	7	100	96.1	98 7	100 6	99.5	100.4	101	100.8	100.17
10 Kharkof (témoin)	»	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11 Kanred	32	100	98 6	101.9	98.4	99.5	99.6	100.1	100.1	99.7
12 Blackhull	13	101 2	96.5	99 7	95 7	97 9	98 8	98 8	99.8	98.8

Dans la classe 1, les différences entre les diverses variétés sont peu marquées. Deux blés, « Chul » et « Norka », montrent cependant une infériorité bien nette pour le volume du pain; un troisième, « Ghirka », présente ses

quatre coefficients inférieurs à ceux du témoin. Les Auteurs concluent que ces trois variétés ne sont pas aptes à donner du pain de haute qualité; elles sont d'ailleurs indiquées comme étant inférieures au « Marquis » sous le rapport du rendement à l'hectare.

Le blé « Marquis » vient en tête pour le volume du pain et pour la cotation d'ensemble. Il est dépassé par beaucoup de variétés comme poids spécifique et teneur en protéine du blé, rendement en farine et en pain.

Dans la classe 3, les variétés sont toutes de bonne qualité et les écarts qu'elles présentent, sous tous les rapports, sont encore plus faibles que dans la première classe.

Lorsque les variétés de blé comparées entre elles appartiennent à un même groupe, caractérisé par des exigences culturales semblables (blé de printemps ou blé d'hiver), et une même texture de grain (grain glacé), lorsque la valeur de chaque variété est établie sur la moyenne d'un certain nombre de localités pendant plusieurs années, et comparativement à un témoin cultivé dans les mêmes conditions de lieu et de temps, les différences entre les qualités meunières et boulangères de ces variétés sont peu accusées. Un très petit nombre d'entre elles se montrent nettement inférieures. Il faut toutefois remarquer que l'étude à laquelle nous empruntons ces résultats ne porte que sur un nombre restreint de variétés; il en existe beaucoup d'autres de moindre importance aux Etats-Unis.

La méhode des corrélations permettrait de rechercher s'il existe, dans chaque groupe, des caractères dépendant les uns des autres. Cette méthode de calcul n'a guère d'exactitude pour des nombres de résultats inférieurs à 20. Au-dessous de 20, l'erreur probable du coefficient de corrélation $E_p = \pm \frac{0.6745\,(1-r^2)}{\sqrt{n}}$ est élevée (parce que n est petit); il arrive fréquemment que $r < 6\ E_p$ et la corrélation reste incertaine.

Sous le bénéfice de cette réserve, voici les résultats obtenus pour les deux classes 1 et 3 :

Poids spécifique et rendement en farine :

Classe 1	Classe 3
$r = 0.51 \pm 0.129$	$r = 0.53 \pm 0.167$
$r < 6\ E_p$	$r < 6\ E_p$

Dans les deux classes, la corrélation est directe, mais peu accusée, et reste incertaine.

Le poids spécifique du pain, bon indice du rendement en farine, lorsqu'il s'agit d'une seule variété, est donc moins indicatif dans la comparaison des variétés entre elles, ce qui est normal, car l'épaisseur des enveloppes peut être très variable d'une variété à l'autre, tandis qu'elle subit moins de changement pour les diverses provenances d'une même variété.

Poids spécifique et teneur en protéine :

Classe 1	Classe 3
$r = 0.65 \pm 0.10$	$r = -0.55 \pm 0.133$
$r > 6\ E_p$	$r < 6\ E_p$
corrélation directe assez accusée	**corrélation inverse, faible, incertaine**

Les deux classes semblent se comporter à l'inverse l'une de l'autre au point de vue de cette corrélation; des résultats plus nombreux seraient nécessaires pour justifier cette présomption.

Cotation du pain et teneur du blé en protéine :

Classe 1	Classe 3
$r = -0.09$	$r = 0.32$
corrélation nulle	**corrélation dépourvue d'intérêt**

Cette corrélation n'existe donc dans aucun des deux groupes.

Nous avons vu qu'il existe, au contraire, chez l' « Hybride hâtif inversable » et le « Bon Fermier », considérés individuellement, une bonne corrélation entre la richesse de la farine en gluten et la cotation des échantillons. Il paraît préférable de tenir compte du gluten de la farine que de la protéine du blé. Ce gluten présente des qualités différentes d'une variété à l'autre, et il est probable que la teneur en gluten ne peut pas être comptée pour sa valeur absolue dans l'appréciation comparative des variétés. Si, par exemple, une variété A possède de 8 à 11 % de gluten et une variété B de 6 à 9 %, il est fort possible qu'un échantillon à 8 % de la variété B présente des qualités égales à un échantillon à 10 % de la variété A.

Il serait fort intéressant de pouvoir préciser cette influence de la proportion de gluten sur les qualités boulangères. Le sélectionneur ne peut guère déterminer que ce critérium pour ses nombreux échantillons. Quelle en est la valeur réelle ?

b) Variétés de blé cultivées en France

Le tableau ci-dessous donne, pour un certain nombre de variétés de blé cultivées en France, la teneur en gluten et la cotation du pain, les deux résultats entre lesquels nous avons trouvé une assez bonne corrélation lorsqu'il s'agit d'une seule variété.

Nous avons indiqué le nombre des stations de culture pour chaque année et le nombre des stations différentes pour l'ensemble des essais de chaque variété.

Remarquons que ces chiffres ne se rapportent pas à des cultures comparatives faites dans les mêmes conditions, parallèlement à un témoin. Il n'est donc pas légitime de faire des comparaisons. Nous devons nous borner à quelques remarques, que le petit nombre d'échantillons concernant la plupart des variétés rend d'ailleurs caduques et sujettes à révision.

TABLEAU V. — Comparaison entre les variétés françaises

VARIÉTÉS	ANNÉES de récolte	NOMBRE d'échantillons par année	NOMBRE d'échantillons Total	NOMBRE de stations par année	NOMBRE de stations Total	GLUTEN °/₀ de farine moyenne par année	GLUTEN °/₀ de farine moyenne générale	COTATION du pain moyenne par année	COTATION du pain moyenne générale
Hybride hâtif inversable	1921	4	26	4	14	8.89	9.99	139.5	145
	1922	11		11		9.96		154.1	
	1923	2		2		11.71		152	
	1924	8		2		7 92		135 2	
	1925	1		1		9.69		147 5	
Bon Fermier	1921	4	20	3	9	7.75	9.04	130.2	140.75
	1922	6		6		10.89		149 8	
	1923	2		2		10 97		159 5	
	1924	7		2		7 53		131 2	
	1925	1		1		9 72		157	
Blé des Alliés	1921	1	7	1	6	6 12	9 05	135	147.8
	1922	3		3		9 14		153.7	
	1923	2		2		10 41		147 5	
	1924	1		1		8.97		143	
Gironde inversable (Syn. Oscar Benoît)	1921	3	12	3	6	7.79	9.31	149	142
	1922	4		3		9 72		143.9	
	1923	2		2		10.95		152 5	
	1924	2		2		9 40		117 5	
	1925	1		1		8 70		141	
Bordeaux	1921	4	7	4	5	8 30	9.06	140 5	142
	1922	3		3		9 66		143.7	
Japhet d'automne	1921	1	7	3	5	6.87	8.46	124.7	134 8
	1922	3		1		9.37		144.7	
	1923	3		1		10.47		136	
Blé de la Paix	1921	1	9	1	5	5.70	9.73	123	134.4
	1922	2		2		11.45		122.5	
	1923	2		2		10 70		148.5	
	1924	3		2		9 55		135.3	
	1925	1		1		8 88		139	
Wilhelmine	1921	1	10	1	3	4 53	7 32	110	128 8
	1922	1		1		9.93		120.5	
	1923	2		2		10.48		140.7	
	1924	5		1		5.99		128.3	
	1925	1		1		7.86		135	
Hybride Vilmorin 23	1923	1	5	2	2	10.89	8 15	140.2	128 7
	1924	2		1		7.95		117 5	
	1925	1		1		7.86		128	

Les moyennes annuelles de la teneur en gluten montrent très nettement l'influence de l'année de récolte, pour toutes les variétés.

Cette teneur est inférieure à la moyenne générale pendant les années 1921 et 1924, nettement supérieure en 1922 et 1923, peu supérieure en 1925 lorsque la variété était cultivée dans plusieurs stations.

(La moyenne générale étant celle de toutes les déterminations et non celle des moyennes anuelles).

Bien que l'absence de cultures comparatives empêche la recherche des corrélations, nous avons fait le calcul entre la teneur en gluten et la cotation du pain :

$$r = 0.55 \pm 0.078$$

$$r > 6\ E_p$$

$$R^2 = 0.37$$

ce qui indiquerait une corrélation peu marquée, tandis que, pour une variété déterminée, nous avons vu qu'elle était nette (« Hybride hâtif inversable » et « Bon Fermier »). On ne pourrait donc pas prendre la teneur moyenne en gluten d'une variété comme indice de sa valeur boulangère, il y a des différences entre les variétés sous le rapport des « qualités » du gluten, ainsi que nous l'avons déjà constaté pour les blés américains.

Les cinq premières variétés ont des cotations moyennes allant de 147,8 à 142 et des teneurs moyennes en gluten allant de 9,31 à 9,04 %. Le « Blé des Alliés », qui présente le maximum de points, le doit sans doute au fait qu'il est représenté par 5 échantillons (sur 7) appartenant aux deux meilleures années. Nous pensons que ces résultats permettent d'accorder des valeurs boulangères très voisines à ces cinq blés (« Hâtif inversable », « Bon Fermier », Alliés », « Gironde inversable » et « Bordeaux »).

« Japhet d'automne » donne 8,46 % de gluten et obtient 134,8 points. Remarquons que les échantillons varient individuellement de 6,30 à 10,47 % de gluten, que les 3 échantillons de 1922, provenant de la même station, ont une richesse moyenne de 9,37 et une cotation de 144,7. Il est possible que ce blé soit beaucoup mieux classé si l'on établit sa moyenne sur un nombre suffisant d'échantillons, de stations et d'années.

« Paix » mérite les mêmes observations; sa moyenne en gluten est élevée, c'est même la plus élevée. En 1923, un échantillon a été coté 160. La note moyenne de 134,4, pour 9 échantillons et 5 stations n'a rien de définitif.

« Vilmorin », 23 a 8,95 % de gluten et 128,6 points pour 5 échantillons provenant de 2 stations; il serait tout-à-fait prématuré de baser sur des résultats aussi peu nombreux une appréciation de la valeur boulangère de ce blé.

Wilhelmine, représenté par 10 échantillons et 3 stations donne comme moyenne 7,32 % de gluten et 128,8 points, ce qui le met en mauvaise pos-

ture. Considérons toutefois que, sur 10 échantillons, 5 appartiennent à 1924, la plus mauvaise année et à une seule station, qu'en 1923 ce blé avait une teneur normale et une cotation acceptable; il faut une plus sérieuse documentation pour déclarer ce blé inférieur aux précédents.

Quant aux autres variétés, il ne saurait être question de donner sur elles la moindre appréciation, un ou deux essais ne permettant pas d'établir la valeur de ces variétés.

IV. — COMPARAISON ENTRE LES GROUPES DE VARIÉTÉS

Nous avons dit qu'il y aurait intérêt à diviser les nombreuses variétés de blé en plusieurs groupes, en tenant compte de leur période de végétation et de la nature du grain, de manière à faciliter les comparaisons de variétés entre elles.

Il est logique de se demander si les groupes ainsi constitués d'après des caractères naturels correspondent à des différences d'ensemble dans les qualités meunières et boulangères.

L'étude très complète des blés des Etats-Unis permet cette comparaison entre les cinq classes du Standard Officiel. Nous donnons ci-après, les moyennes, le maxima et les minima de chaque groupe. Les graphiques publiés par les Auteurs dans leur remarquable travail sont beaucoup plus suggestifs parce qu'ils donnent une vue d'ensemble de tous les blés étudiés.

Tableau VI. — Comparaison entre les classes de blés cultivés aux Etats-Unis
(Moyennes par classe des moyennes par variété)

CLASSES		BLÉ		FARINE		PAIN			
		Poids spécifique	Teneur en protéine	Poids	Absorption d'eau	Volume	Poids	Texture	Couleur
		kg.	%	%	%	cm³	gr.	cote	cote
1. The hard red spring Wheats	maxim.	78.9	16 6	72 5	64.2	2 351	506	91.7	91.7
	minim.	68 6	11.2	67.7	58 9	1 824	480	86.7	87.3
	moy.	75.4	13.9	69.6	59.9	2.210	493	89.5	89.8
2. The durum Wheats.	maxim.	78 2	16.5	75.3	66.7	2 014	518	91	91
	minim.	75 4	14 2	68.7	60.4	1.722	492	83.5	84.2
	moy.	77.7	15.5	71.1	62 4	1 943	502	89.5	88.6
3. The hard red winter Wheats	maxim.	81.2	16	73 2	63.2	2 196	514	91 1	92.6
	minim.	77.3	12.5	70 5	56.2	1 914	490	88.9	88.9
	moy.	78.9	13.5	72.4	61.1	2.028	502	89.5	90.2
4. The soft red winter Wheats	maxim.	82.9	14 7	74.9	58 4	2 245	498	91.9	93.2
	minim.	75.6	9 2	67.3	53.6	1.621	469	80.9	86
	moy.	78	11.3	71	56.1	1.929	484	87.7	89.6
5. The white Wheats	maxim.	83.4	15.3	74.3	62.4	2.264	507	12.2	94.3
	minim.	74.2	9.1	68.9	51.9	1.536	454	78.9	85.8
	moy.	77.4	12.3	70.6	57.2	1.876	484	86.9	90.2

Parmi les variétés du *Triticum vulgare* (blé tendre), ceux de la 1re classe, ou blés rouges de printemps à grain glacé, donnent le plus grand volume de pain; ceux de la 3e classe, ou blés rouges d'hiver à grain glacé, donnent du pain un peu plus lourd, de moindre volume, bien qu'ils aient un poids spécifique plus élevé, une teneur en protéine à peu près égale; ils sont d'un meilleur rendement en farine, celle-ci absorbe un peu plus d'eau; ceux de la 4e classe, blés rouges d'hiver à grain mou, et ceux de la 5e, blés blancs (d'hiver et de printemps), bien qu'ayant un poids spécifique élevé, un bon rendement en farine, sont plus pauvres en protéine et donnent moins de pain comme volume et poids.

Les blés à grain glacé et rouge (« hard », « red ») d'hiver et de printemps constituent donc les deux meilleures classes de blés pour la panification.

Quant à la classe des blés issus du *Triticum durum*, rarement soumis à la panification, sauf dans les régions de production, ils se montrent particulièrement riches en protéine, leur farine absorbe plus d'eau que celle des autres classes et ils donnent un poids élevé d'un pain à volume un peu réduit, mais à bonne texture moyenne.

V. — BLÉS NORD-AFRICAINS

Nous donnons ci-après les résultats des analyses et des essais de panification de blés de Tunisie, que Mlle Pécaud a bien voulu effectuer aux laboratoires de l'Ecole française de Meunerie à Paris. Nous sommes heureux de lui exprimer toute notre gratitude pour ce travail qui permet une comparaison entre ces blés et ceux de la Métropole.

Nous avons porté sur le même tableau les résultats de trois blés algériens essayés à la même époque.

Comme il s'agit d'échantillons n'ayant été panifiés qu'une seule fois, les résultats qui les concernent ne peuvent être considérés comme définitifs; ce sont des indications préliminaires qui auraient besoin d'être complétées par une étude méthodique dans plusieurs localités et pendant plusieurs années. Cette étude pourrait d'ailleurs être limitée aux blés tendres, qui seuls intéressent la boulangerie.

La première remarque qui s'impose, c'est que les blés nord-africains ont donné des résultats passables pour quelques-uns et médiocres pour les autres; aucun ne se classe parmi les blés à hautes qualités boulangères. Cette constatation a beaucoup surpris M. Schribaux qui escomptait, au contraire, que ces blés, riches en gluten, à maturité précoce, devaient arriver en tête de liste. «... de nouvelles expériences s'imposent, dit-il, afin de résoudre le problème imprévu que soulèvent les conclusions précédentes, en contradiction formelle avec les observations de la pratique. »

Avec les blés nord-africains se trouvent d'ailleurs aussi mal classés les blés des régions méridionales de la France, qu'ils soient originaires du

pays, ou qu'ils proviennent d'Italie (obtentions de M. Strampelli). Les blés suisses ont également donné des résultats très inférieurs à ceux que pouvait faire espérer leur réputation locale.

Il y a là un fait qui semble indiquer que les blés du Midi et les blés d'Afrique ne doivent pas être employés purs ou que la technique de leur panification doit différer de celle des blés des régions plus septentrionales. Ils sont généralement recherchés pour remonter la teneur en gluten des variétés plus pauvres.

Pour ce qui concerne les blés français, M. le Professeur Schribaux constate que les blés précoces et que les blés de printemps présentent des qualités boulangères supérieures à celles des blés tardifs. Les blés tendres de Tunisie donnent lieu à l'obervation contraire; leur classement est exactement en sens inverse de leur précocité.

Les deux meilleurs sont les blés « Mahon » 73 et 124, les plus généralement cultivés en Tunisie, très productifs, malheureusement trop sensibles à la verse, ce qui interdit leur culture dans les terres fertiles et fraîches du Nord de la Régence. Puis vient le « Barletta », légèrement plus précoce. Le « Florence », la « Richelle hâtive » et l' « Irakié », très précoces, suivent dans l'ordre, avec une baisse très sensible dans la cotation.

Tous ces blés sont à grain blanc; celui de la « Richelle » est petit, très tendre, fort apprécié des minotiers pour son haut rendement en farine; celui des « Mahons » et celui du « Barletta » sont beaucoup plus gros, légèrement glacés à la surface; ceux du « Florence » et de l' « Irakié » sont à demi-vitreux. Il ne paraît pas y avoir de relations entre la dureté du grain et son classement.

Le fait que les meilleurs blés américains sont à grain vitreux et rouge nous incite à chercher pour la Tunisie des blés présentant les mêmes caractères. Le Service Botanique en possède actuellement beaucoup parmi les produits de ses hybridations. Il sera intéressant de vérifier si les blés rouges sont généralement supérieurs aux blés blancs.

Il ne faut toutefois pas exagérer l'importance de cette concordance. M. Saunders a constaté que la valeur boulangère des blés cultivés au Canada ne dépend pas nécessairement de la dureté de l'amande, bien que la tendreté excessive soit généralement un mauvais indice, et que la couleur du grain (rouge ou blanc) ne fournit, à cet égard, aucune indication.

Il ne faut pas oublier que la culture des blés tendres a été introduite en Tunisie par les cultivateurs européens, les indigènes ne produisant que des blés durs. Il faudra, sans doute de nombreux essais pour arrêter le choix définitif de variétés à la fois adaptées aux conditions spéciales de milieu et douées de bonnes qualités boulangères.

Il est curieux de constater que deux blés durs, « Biskri » ac10 et « Mekki » ap2 ont montré des qualités boulangères qui les intercalent, comme classement, parmi les blés tendres. Pour le « Biskri », qui suit le « Barletta », on pourrait invoquer une teneur en gluten (11,34) qui se rappro-

Tableau VII. — Valeur boulangère des blés de Tunisie et d'Algérie

Etude effectuée aux Laboratoires de l'Ecole Française de Meunerie)

	VARIÉTÉS — T = Blés tendres D = Blés durs	BLÉ			FARINE					PAIN				PATE						
		Poids spécifique	Humidité %	Matières azotées totales %	Humidité %	Matières azotées totales %	Gluten %	Hydratation du gluten %	Caractères du gluten	Eau absorbée %	Pétrissages : deux frases	Fermentation	Tenue	Aspect extérieur	Aspect intérieur	Odeur	Total des points	Volume de 1.000 gr.	Volume du témoin	Volume comparé au témoin
	Hybride hâtif inversable (témoin).										20 + 20 = 40	20	20	40	20	20	160			
	1° Blés de Tunisie (récoltés au Service Botanique en 1925)																			
1	Mahon 73 T	83	11 96	12.68	11.22	11.46	11.10	68.2		67	20 + 20 = 40	15	16	37	14	20	142	3.973 8	3.756 4	+ 217 4
1 bis	Mahon 124 T	81	11.68	13.21	11.34	11 88	11.70	67.9		67	20 + 20 = 40	15	16	36	15	20	142	3.644 1	3.756 4	— 112 3
2	Barletta 52 T	80 5	11 56	12.07	11.56	10.41	9 60	64.8	Court	62.5	16 + 19 = 35	18	19	28	17	18	135	3.401 7	3.827 4	— 425 7
3	Biskri ac10 D	82	10.82	11.37	12.14	11.37	11 34	66	Légèrement court	67.5	16 + 17 = 33	19	16	29	16	19	132	3 268 5	3.760 8	— 492 3
4	Florence 135 T	79.5	10.72	14.70	11.50	13 30	12.72	66 5	Légèrement collant à l'essorage	69	19 + 19 = 38	18	16	29	13	12	128	3 939 8	3.827 4	+ 113 4
5	Richelle 110 T	80 5	11.70	11.63	11.38	9 98	9.06	66.7	Court	68	14 + 15 = 29	16	17	28	17	17	124	3 601 7	3.756 4	— 154 7
5 bis	Mekki ap2 D	81.5	10.14	15.70	10.74	14.04	14 01	64 6	Un peu court, légèrement collant	73	16 + 17 = 33	20	16	31	9	15	124	3 168 3	3.744 6	— 576 3
6	Irakié 231 T	81.5	10.42	13 21	11.52	11 98	10.92	62.3	Extrêmement court	73.5	14 + 16 = 30	18	18	28	15	11	121	3 218 1	3 827 4	— 609 3
7	Mahmoudi ap4 D	76	10 04	15.92	10.86	15 17	15 81	68.6	Filant	73	16 + 17 = 33	20	14	30	9	14	120	3.044	3 762 6	— 718 6
7 bis	Sbei 7 D	»	11.14	13.56	11.08	12 82	12.75	66 6	Légèrement filant	72	16 + 17 = 33	15	16	28	10	18	120	2 983	3 734 8	— 751 8
8	Jennah Rhetifah 25 D	78.5	12	15 92	11.14	15 88	15.51	66 3	Filant	70	15 + 16 = 31	16	18	24	13	14	116	3 500	4 186 3	— 686 3
9	Souri ac10 D	76	10.96	16.27	11.26	15 53	16 34	66.6	Filant	69.5	16 + 17 = 33	18	15	20	10	15	111	2.878	3.557 4	— 678 7
10	Huguenot violacé D	78	12 04	18.02	10.62	16.36	16.92	66 5	Très filant	70	16 + 17 = 33	19	16	18	9	14	109	3 098 5	4.186 3	— 1 087 8
11	Hamira ac5 D	77.5	12.08	14 43	10.92	13.91	13.02	66 5	Assez court, collant	70	14 + 15 = 29	16	16	22	11	14	108	3 152 7	4.186 3	— 1 033 6
12	Sbei mutique 389 D	76.5	11.38	17.67	10.84	16.80	16 50	67.7	Extrêmement filant	72	16 + 17 = 33	15	13	16	8	16	101	2 972 2	3 734 8	— 762 6
13	Sbei mutique 388 D	79	11.56	14.26	11.12	14	14.13	67.8	Filant	67.5	17 + 14 = 31	15	10	18	7	16	97	3.205 7	3.734 8	— 762 6
14	Huguenot bariolé D	79	10	13 91	11.10	13 43	14 04	67.9	Extrêmement filant	68.7	18 + 13 = 31	14	9	18	7	15	94	3 048 2	3.762 6	— 714 4
15	Agili 171 D	76.5	11 08	15 75	12.32	14 35	14 49	68.3	Filant	67.5	14 + 15 = 29	17	9	16	9	12	92	3 107	3 760 8	— 653 8
16	Azizi 293 D	77.5	10.74	16.45	11.92	15.05	15.51	67.4	Filant	67.5	14 + 14 = 28	17	8	14	7	11	85	2 830	3.760 8	— 930 8
	2° Blés d'Algérie (Maison Carrée)																			
	Tuzelle de Bel-Abbès T	75	11.54	9.63	12.68	9.01	7.26	69.1	Très court	66.5	14 + 19 = 33	16.5	17.5	36	15	16	134	3 306 2	2 991 7	+ 314 9
	— T	75.5	11.26	9.45	11.22	8.58	7.35	68.9	Très court, assez mou	64 8	17 + 15 = 32	16.5	15	27	16.5	9	116	3 078	3.391	— 313
	Tuzelle barbue, T	78	11.60	11.38	11.34	10.50	9.18	70.2	Filant	66	17 + 13 = 30	13.5	10	22	10	14	99.5	3.035 3	2.291 7	+ 43 6

che de celle de nos blés tendres; mais le « Mekki », qui se place entre la «Richelle hâtive » et l' « Irakié », renferme 14,1 de gluten, tandis que le « Sbei » 7, beaucoup moins bien classé, n'en a que 12,82.

Le gluten des deux premiers blés durs est noté comme court, tandis que celui des autres variétés est filant.

Cette nature particulière du gluten des blés durs a pour conséquence la production d'un pain de volume réduit, constatation également faite pour les blés durs américains.

Nous croyons inutile d'ailleurs de poursuivre l'étude des qualités boulangères des blés durs, leur utilisation rationnelle étant la fabrication des pâtes alimentaires pour laquelle ils donnent toute satisfacion.

Nous donnons ci-après les résultats des analyses et essais de panification des blés de Tunisie, effectués aux Etats-Unis.

Les échantillons soumis à cette étude appartenaient aux mêmes lots que ceux traités à Tunis. La comparaison des résultats obtenus dans les deux laboratoires est rendue néanmoins difficile, par le fait que les méthodes d'analyse et de panification sont différentes. Les Américains ajoutent moins d'eau à la farine, ils cuisent de petits pains dans des moules, et apprécient à un point de vue très différent du nôtre les qualités résultant de l'aspect intérieur et extérieur du pain.

Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que leur classement des blés tunisiens ne soit pas conforme à celui des expérimentateurs français.

Le blé de Mahon, classé premier en France, est ici le moins bien noté, tant pour le volume du pain, que pour la couleur et le grain de la mie.

L'Irakié, classé le dernier de nos blés tendres à Paris, dispute le premier rang au Barletta dans les résultats Américains; puis viennent la Richelle et le Florence.

Les seules conclusions à tirer de la comparaison de deux séries d'essais sont donc : que les Américains habitués à panifier des blés tendres à texture vitreuse, en tirent un meilleur parti que les Français, qui traitent généralement des blés tendres à texture farineuse, et que l'appréciation des qualités boulangères d'un blé dépend en grande partie des habitudes particulières du consommateur.

TABLEAU VIII. — **Valeurs meunière et boulangère de blés de Tunisie**

(Etude effectuée au Laboratoire de meunerie et boulangerie du Bureau of agricultural économic Washington, D. C. par M. J. H. Shollenberger)

1. — Caractères physiques et composition chimique des blés

VARIÉTÉ	CLASSE du standard officiel des blés aux Etats-Unis	GRAINS vitreux durs	POIDS de l'Hl. grain nettoyé	POIDS de 100 grains	HUMIDITÉ (1)		ACIDITÉ		PROTÉINE crue (2)	CENDRES (2)
					avant trempage	après trempage	p. H.	lactique		
		°/₀	Kg.	Gr	°/₀	°/₀		°/₀	°/₀	°/₀
Récolte 1925										
Biskri ac10	Amber Durum	96.4	81.6	4.5	10 3	15	6.37	387	10.7	1.68
Hamira ac5	—	99	80.2	4.3	10.6	15	6.47	423	11.0	1.89
Mahmoudi ap4	—	85 5	80	5 6	10.3	15	6.50	347	10.7	1.64
Blé de Mahon 124	Hard white	97.6	79.8	3.9	10.7	14	6.60	317	11.4	1.73
Irakié 231	—	97.7	79.5	3.3	10.5	14	6.72	231	13.0	1.49
Florence 135	—	92 8	78.2	3.3	10.6	14	6.69	312	12.5	1.49
Barletta 53	Soft white	74 5	81	4.3	10.5	14	6.58	328	10 3	1.66
Richelle hâtive 110	—	67	79.7	3.4	10 0	14	6.65	327	9.8	1.51

2. — Mouture — Caractères phvsiques et composition des farines

VARIÉTÉ	PRODUITS DE LA MOUTURE			CARACTÉRISTIQUE de la mouture	TEXTURE de la farine	COULEUR APPARENTE de la farine	HUMIDITÉ de la farine (2)	PROTÉINE crue de la farine (2)	CENDRES de la farine (2)
	Farine totale	Gros son (Brau)	Petit son (Shorts)						
	°/₀	°/₀	°/₀						
Biskri ac10	72.9	12.0	15.1	Très dur.	Granuleuse.	Légèrement crème.		9.8	83
Hamira ac5	72.1	9.6	18.3	—	—	Crème.		10 2	91
Mahmoudi ap4	73.1	11.3	15.4	—	—	Légèrement crème.		10.1	81
Blé de Mahon 124	72.3	16.9	10.8	Semi dur.	Douce.	Blanche.		10.6	49
Irakié 231	74.3	11.3	14.4	Très dur.	Granuleuse.	—		12 4	53
Florence 135	74.4	12.1	13.3	Dur.	—	—		11.6	43
Barletta 53	73.6	15.1	11.3	Demi dur.	Douce.	—		9.6	43
Richelle hâtive 110	72.2	14.8	13 0	Tendre.	—	—		8.8	60

(1) Déterminée par la méthode BROWN-DUVEL.

(2) Base 13,5 °/₀ d'humidité déterminée par la méthode STENCER, *Association of official agricultural chemists*. Vol. 8, pp. 301 à 311).

TABLEAU VIII *(suite)*

3. — Composition physique et chimique de la protéine du blé et de la farine

VARIÉTÉ	BLÉ (1)			FARINE (1)							
	Protéine crue	Gluténine	Gluténine dans Protéine	Protéine crue	Gluténine	Gliadine	Gluténine dans Protéine	Gliadine dans Protéine	Gluten Protéine (2)	Gluténine dans Gluten	Viscosité (3)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	Angle B
Biskri ac10	10.66	4.02	37 71	9 81	3 33	4.72	33.94	48.11	8.05	41.37	3.04
Hamira ac5	10 98	4.74	43 26	10.22	3.77	4.37	36.89	42.76	8 14	46.31	3.17
Mahmoudi ap4	10.66	4 23	39.68	10.07	3.65	4 56	36.25	45 28	8.21	44.46	3.18
Blé de Mahon 124	11.39	4.33	38 19	10.64	3 68	5 18	34.59	48 68	8 86	41.53	1.94
Irakié 231	12.96	4.85	37.42	12 44	4.43	6.12	35.61	49.12	10 55	41.99	2 64
Florence 135	12.45	4 68	37.59	11.63	4.11	5.65	35.34	48.58	9 76	42.11	2.26
Barletta 53	10.32	3.81	36.92	9.63	3.14	4 90	32 71	50 89	8 34	37.65	1.52
Richelle hâtive 110	9.82	3.73	37.98	8.83	3.21	3.82	36 35	43 27	7.69	41.76	2.27

(1) Base 13,5 % d'humidité.
(2) id.
(3) Somme gluténine + gliadine.
(4) Viscosity of flour-water suspensions by the méthod of SHARPS P. E. and GORTNER R. A., *Minnesota agri. exp. Sta Tech. Bul. N° 19.*

4. — Qualités boulangères des échantillons

VARIÉTÉ	EAU absorbée par la farine (1)	DURÉE de la fermentation	DURÉE de l'épreuve	VOLUME du pain (1)	POIDS du pain (1)	COULEUR de la mie	GRAIN de la mie	TEXTURE DE LA MIE	TEINTE DE LA MIE
	%	Minut.	Minut.	Cm3	Gr.	Note	Note		
Biskri ac10	63 2	120	52	1.460	532	82	20	Médiocre, solide.	Crème.
Hamira ac5	61 6	114	45	1.320	521	76	8	Très médioc., solide.	Très très crème.
Mahmoudi ap4	64 8	129	55	1.400	538	84	39	Bonne, solide.	Très crème.
Blé de Mahon 124	51.4	108	56	1.650	492	86	36	Médiocre, s'émiette,	Crème.
Irakié 231	58.0	118	58	1.820	508	89	90	Bonne.	—
Florence 135	58.1	94	49	1.830	511	87	51	Médiocre, s'émiette.	—
Barletta 53	51.8	110	60	1.930	490	88	91	Bonne, s'émiette.	—
Richelle hâtive 110	53.5	113	56	1.740	493	86	89	Belle.	Très crème.

(1) Base : 340 gr. à 13,5 % d'humidité.

VI. - INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'interprétation des résultats des analyses et essais de panification des blés français a été faite chaque année par M. Arpin et par M. le Professeur Schribaux, M. Brétignière l'a donnée pour ce qui concerne les blés produits à Grignon.

Ces divers commentaires font ressortir les difficultés que rencontre la détermination des facteurs de la valeur boulangère des blés et la comparaison des variétés entre elles; ils n'aboutissent guère à des conclusions précises et posent surtout des problèmes à résoudre.

Nous n'avons pas la prétention d'apporter à la solution de ces questions une contribution nouvelle, nous désirons seulement dégager, de l'étude d'ensemble à laquelle nous nous sommes livré, quelques indications sur les moyens de poursuivre avec fruit l'amélioration des qualités meunières et boulangères de nos blés.

a) **Facteurs de la valeur meunière.** — Dans une variété déterminée, le **rendement en farine paraît être** en corrélation avec le poids spécifique du blé, ce qui concorde avec l'opinion courante. Cette corrélation calculée pour le blé « Marquis », demanderait à être vérifiée pour d'autres variétés.

Quand on compare plusieurs variétés entre elles, cette corrélation n'est plus guère apparente, parce que la proportion d'enveloppes du grain est variable d'une variété à l'autre.

Pour déterminer le rendement en farine des diverses variétés, il n'y a guère d'autre moyen que d'en traiter un lot important dans un moulin normal.

La question de la valeur meunière des blés paraît secondaire à côté de **celle des qualités boulangères.** Son étude pourrait être ajournée pour ne porter que sur les variétés préalablement reconnues aptes à donner du bon pain.

b) **Facteurs chimiques de la valeur boulangère.** — La recherche des corrélations entre la composition et les caractères des blés d'une part, et leur valeur boulangère d'autre part, nous a permis les constatations suivantes :

1° Pour une variété déterminée (« Hybride hâtif inversable », « Bon Fermier ») il existe une corrélation très marquée entre la teneur en gluten et les qualités boulangères; les autres corrélations sont inexistantes ou dépourvues d'intérêt;

2° Dans la comparaison des variétés entre elles, cette corrélation n'est plus marquée.

Il intervient donc, comme facteur prépondérant de la valeur boulangère des blés, autre chose que leur teneur en gluten. C'est la qualité même de ce dernier.

Il suffit d'ailleurs de l'examen des tableaux d'analyses et d'essais de panification publiés par M. Arpin et Mlle Pécaud pour se rendre compte que les échantillons bien classés possèdent des quantités variables de gluten et que les propriétés physiques de ce dernier sont normales, tandis que les échantillons mal classés, sont également de teneur variable en gluten, celui-ci présentant des défauts (court, mou, filant), qui apparaissent comme la cause principale de la médiocre aptitude de ces blés à la panification.

Les propriétés physiques du gluten sont-elles spéciales pour chaque variété; constituent-elles un véritable caractère présentant une certaine stabilité ? Si elles varient sous l'influence des conditions de milieu, quelle est l'amplitude de ces variations, quelles sont les causes modificatrices, améliorantes, détériorantes ?

Si nous rapprochons les résultats donnés par les variétés françaises énumérées dans le Tableau V, nous pouvons avoir une idée de la stabilité relative et de la variabilité des propriétés physiques du gluten (Tabeau IX).

Les six premières variétés, dont la cotation moyenne dépasse 140, montrent une importante proportion d'échantillons à gluten normal; les quatre dernières n'ont donné que deux échantillons à gluten normal.

L'insuffisance du nombre d'essais pour ces dernières variétés et l'absence de cultures comparatives enlèvent beaucoup de valeur à ces constatations; quoi qu'il en soit, il paraît probable, sinon certain, que les qualités physiques du gluten sont bien des propriétés spéciales à chaque variété. Cette conclusion est rendue d'ailleurs très vraisemblable par le fait que le gluten est formé de substances albuminoïdes, constituant, en quelque sorte, la charpente vivante du grain, tandis que l'amidon n'est qu'une réserve hydrocarbonée inerte. Or chaque variété botanique représente une variété de matière vivante, au moins quant aux proportions des constituants de cette matière.

Il semble donc que la recherche de variétés à gluten de bonne qualité n'est pas une utopie, mais correspond à la réalité des faits naturels.

Il s'agit moins de trouver des variétés riches en gluten que des variétés ayant un gluten possédant les qualités physiques rendant la farine propre à une bonne panification. L'exemple des blés durs, riches en gluten, mais à gluten filant, est encore une preuve de l'importance primordiale des qualités physiques du gluten.

Les propriétés du gluten pour une même variété varient suivant les années, et il est assez remarquable que l'altération des qualités correspond généralement à une teneur inférieure à la moyenne de la variété. L'année 1924 est particulièrement caractéristique à ce sujet. Nous ne possédons pas les données météorologiques qui permettraient de rechercher quels sont les éléments du climat qui interviennent dans cette réduction de la teneur en gluten et la détérioration de sa qualité. Pour Grignon, l'année 1924 se différencie des autres par une hauteur de pluies plus considérable pendant la période de végétation du blé.

TABLEAU IX. — Propriétés physiques du gluten

VARIÉTÉS	ANNÉES de récolte	GLUTEN % de farine moyenne annuelle	PROPRIETES PHYSIQUES DU GLUTEN (Nombre d'échantillons) normal	plus ou moins court	plus ou moins mou ou collant	filant	COTATION moyenne	OBSERVATIONS
Hybride hâtif inversable	1921	8.89	3	1	»	»	139.5	
	1922	9.96	8	3	»	»	154.1	
	1923	11.71	»	1	1	»	152	défauts peu accentués.
	1924	7.92	4	2	2	»	135.2	
	1925	9.69	1	»	»	»	147 5	
Bon Fermier	1921	7.75	1	3	»	»	130.2	
	1922	10.89	5	»	1	»	149 8	
	1923	10 97	1	1	»	»	159.5	
	1924	7.53	1	6	»	»	131 2	
	1925	9.72	1	»	»	»	157	
Alliés	1921	6 12	»	1	»	»	135	
	1922	9 14	1	2	»	»	153 7	
	1923	10 41	1	1	»	»	147 7	
	1924	8.97	»	1	»	»	143	
Gironde inversable et Oscar Benoît	1921	7.79	1	2	»	»	149	défauts peu accentués.
	1922	9.72	1	2	1	»	143 9	
	1923	10.95	1	»	1	»	152 5	
	1924	9.40	»	1	1	»	117.5	
	1925	8.70	1	»	»	»	141	
Bordeaux	1921	8.30	2	2	»	»	140.5	
	1922	9.66	»	2	1	»	143 7	
Japhet d'automne	1921	6.87	»	2	»	1	124.7	
	1922	9.37	»	2	1	»	144.7	
	1923	10.47	»	1	»	»	136	
Paix	1921	5 70	»	1	»	»	123	
	1922	11.45	»	»	1	1	122.5	
	1923	10.70	1	1	»	»	148.5	
	1924	9.55	»	1	2	»	135 3	
	1925	8.88	»	1	»	»	139	
Wilhelmine	1921	4.53	»	1	»	»	110	
	1922	9 93	»	»	»	1	120.5	
	1923	10.48	»	1	»	1	140.7	
	1924	5.99	1	4	»	»	128.3	
	1925	7.86	»	»	1	»	135	
Vilmorin 23	1923	10.89	»	1	»	1	140.2	
	1924	7.95	»	1	»	1	117.5	
	1925	7.86	»	»	1	»	128	

Il est probable que l'influence du climat doit être surtout étudiée pendant la période de maturation du grain, l'accumulation des réserves dans ce dernier étant sous la dépendance étroite de l'humidité du sol et de l'air. Quelle est l'influence d'une maturité brusquée par l'échaudage, celle d'une maturation prolongée par l'humidité ? existe-t-il une relation entre la valeur boulangère d'une variété et la rapidité avec laquelle se produit sa maturation normale ? Ces questions ne peuvent actuellement recevoir de réponse, pour ce qui concerne les blés français; elles ont déjà fait l'objet de nombreuses études à l'étranger.

En 1913, Shaw publie, comme conclusions à des essais portant sur les blés de Californie pendant une période de six années : « le facteur principal donnant la variation la plus considérable en protéine, c'est le climat et surtout la quantité d'humidité disponible dans les dernières phases de développement; l'effet de l'irrigation, aussi bien que des précipitations atmosphériques pendant cette dernière période, est d'abaisser la teneur en gluten.

Nous avons vu que pour les variétés cultivées aux Etats-Unis, le groupe des blés de printemps était supérieur à celui des blés d'hiver. Pour le Canada, Saunders fait la même constatation, mais précise qu'il y a des variétés fortes d'hiver. Il ne faut donc pas généraliser et l'étude individuelle des variétés des deux groupes est une nécessité.

Des recherches de ce genre aboutiraient sans doute à déterminer, pour chaque variété, la teneur en gluten qui correspond au maximum des qualités de ce dernier, car il semble bien exister une corrélation entre ces deux ordres de faits, les teneurs anormales en gluten, au-dessous et au-dessus d'un certain taux, s'accompagnent le plus souvent de l'altération de ses qualités.

L'influence de la localité sur la richesse en gluten d'une variété et sur ses propriétés physiques ne peut être déduite des résultats recueillis. Cette influence d'ailleurs ne paraît être autre chose que celle des conditions météorologiques, et la solution du problème consisterait alors dans la détermination de l'aire de culture convenant aux diverses variétés.

L'influence du sol, particulièrement de sa richesse en matières azotées, est parfois invoquée et on a tendance à admettre, sans preuve expérimentale, qu'une teneur élevée du sol en azote entraîne une accumulation exagérée de gluten de mauvaise qualité.

Saunders rapporte une expérience de panification sur du blé « Fife rouge », cultivé sans engrais et avec des fumures variées (fumier, cendres de bois, sulfate d'ammoniaque, chlorure de potassium, superphosphate, nitrate de soude), répétées pendant cinq années. Les rendements des parcelles ont beaucoup varié, la quantité totale de farine obtenue va de 64 à 70 %; la valeur boulangère est comprise entre 96 et 100, soit dans les limites de l'erreur expérimentale. Une seule série d'essais de ce genre ne résout pas le problème de l'influence des engrais (ainsi que le reconnaît d'ailleurs

Saunders), mais elle montre que l'influence du sol est moins grande que celle des conditions physiques du milieu.

Gutherie (Australie), admet également que la fumure ne paraît pas avoir d'action sur la force de la farine, que même l'emploi des engrais azotés, qui accroissent la protéine, est sans aucun effet sur ce caractère. Il considère la valeur boulangère comme une qualité héréditaire des variétés.

En quoi consiste l'altération des qualités du gluten d'une variété, autrement dit, quelles sont les modifications corrélatives que subit sa composition ? Nous ne saurions le dire. La nature du gluten est encore mal définie, nous ne connaissons pas ses divers constituants. Les travaux de Fleurent indiquent que l'on peut séparer deux substances, gluténifie et gliadine, et que le maximum de qualité du gluten et de la farine correspond à la proportion $\frac{\text{gluténine}}{\text{gliadine}} = \frac{1}{3}$. Il ne s'agit encore que de la séparation d'une partie du gluten (gliadine) soluble dans l'alcool. L'étude des constituants du gluten pourrait sans doute être poussée plus loin. M. Braun, dans son étude des blés cultivés dans l'Eure-et-Loire, tend à préciser la détermination du gluten et de la gliadine en se basant sur le dosage de l'azote dans ces deux substances extraites d'après les méthodes courantes. En attendant que la chimie puisse nous renseigner plus complètement à ce sujet, il serait intéressant de voir comment varient les proportions respectives de gluténine et gliadine suivant les variétés et sous l'influence des conditions météorologiques.

Les travaux de MM. Rousseau et Sicot sur les variations de la teneur des blés en matières azotées solubles au cours de la maturation pourraient être repris parallèlement à des essais de panification. Ces auteurs indiquent toutefois que la farine d'un blé mûr contient une proportion de matières azotées solubles à peu près constante. La même constatation peut être faite dans les tableaux de M. Arpin et l'on n'y constate aucune corrélation entre la quantité de matières azotées solubles et la cotation du pain.

Une importante étude de R. A. Gortner et E. H. Doherty, sur les capacités d'hydratation du gluten des farines « fortes » et « faibles », a abouti aux conclusions suivantes : « les glutens humides des différentes farines sont hydratés presque exactement dans les mêmes proportions; la teneur en acides et en sels n'est pas la cause de la différence entre un gluten « fort » et un gluten « faible »; ces différences pourraient être dues (hypothèse) aux dimensions des particules du gluten, une partie au moins des particules du gluten « faible » pouvant être plus voisine de la limite entre les états cristalloïde et colloïde de la matière que ce n'est le cas pour les glutens « forts ».

La capacité d'absorption de l'eau par la farine a été donnée, par divers auteurs (Gutherie, Laspley), comme un bon indice de la force de la farine. Cette propriété de la farine ne peut être déterminée avec une précision suffisante par le pétrissage ordinaire; les résultats publiés par M. Arpin

ne montrent aucune corrélation entre l'absorption d'eau par la farine et la cotation du pain. Laspley a essayé de préciser une technique de la détermination de l'absorption d'eau par la farine; elle est assez difficile à standardiser pour donner des résultats concordants entre les mains de tous les opérateurs.

En résumé, aucun caractère du grain, aucun dosage pratiqué sur le grain et la farine ne permettent actuellement de déterminer la valeur boulangère d'un blé.

De fortes présomptions peuvent être tirées de la teneur de la farine en gluten et des propriétés physiques de ce dernier; l'extraction et l'examen du gluten peuvent servir à diriger le sélectionneur et l'hybrideur en lui permettant d'éliminer un bon nombre de variétés non susceptibles d'une bonne panification. C. E. Saunders recommande, pour cette appréciation préliminaire, la mastication de quelques grains. Il est préférable de moudre une petite quantité de grain dans un moulin du genre de celui qui a été réalisé par la Maison Vilmorin et d'extraire le gluten.

La panification reste le seul moyen d'apprécier exactement la valeur boulangère d'un blé.

c) **Correctifs à apporter au traitement des blés défectueux.** — L'idéal pour une industrie est de traiter une matière première de caractères constants à laquelle peuvent être appliqués des procédés invariables.

Le blé est loin de remplir ces conditions; la meunerie et la boulangerie ne peuvent guère modifier leur technique pour tenir compte des différences que présentent entre elles les diverses variétés et provenances de blé, aussi est-il probable qu'elles ne tirent pas toujours le meilleur parti possible des produits qu'elles traitent.

C. E. Saunders, qui a beaucoup étudié les moyens d'améliorer l'utilisation du blé et de la farine, en signale quelques-uns qui peuvent être d'une application générale. Ils seraient de nature à relever la valeur boulangère des blés et, par conséquent, à augmenter le nombre des variétés aptes à donner des résultats satisfaisants.

Le mélange de farine provenant de différentes variétés lui a presque toujours donné un pain intermédiaire comme qualité entre ceux des deux farines utilisées pures. Il ajoute, toutefois, qu'il n'est pas impossible que l'on puisse obtenir ainsi un mélange supérieur au meilleur des constituants, que des recherches seraient utiles dans cette voie.

L'addition de 3 à 4 % de farine de fève à la farine de blé, fréquemment pratiquée en France, a pour effet, d'après M.M. Arpin et Kayser, d'apporter à la farine de la gluténine, de l'amylase, des matières azotées solubles, de favoriser l'action des ferments alcoolique et lactique et la sécrétion de la zymase.

Le vieillissement du blé et de la farine, conservés dans de bonne conditions, améliore leurs qualités boulangères dans de notables proportions.

Saunders a publié les résultats de nombreux essais et conclut : « La

conservation du blé nouveau et de la farine nouvelle, pendant quelques mois après la récolte, provoque une augmentation dans la faculté d'absorber de l'eau et, en ce qui concerne la farine du moins, une amélioration bien nette de la couleur, un blanchiement naturel. Il n'y a pourtant que peu ou point de changement dans le volume, la texture et la forme du pain. La valeur de la farine reste à peu près la même.

« L'amélioration du blé et de la farine au cours d'une longue conservation est très marquée dans presque tous les cas; dans bien des cas même, elle équivaut à une transformation complète au bout de deux ans.

« La détérioration du blé et de la farine conservés ne commence qu'au bout d'une période de plusieurs années ».

Le trempage du blé suivi de séchage, même plusieurs fois répété, altère l'apparence du grain, mais, loin de diminuer les qualités boulangères, les améliore. Le maximum d'amélioration a été obtenu par Saunders avec quatre trempages successifs. Il a comparé l'effet produit à celui d'une addition de malt. Il est probable que le trempage en réveillant la vie du grain augmente l'activité diastasique de la farine. Cette activité, se manifestant partiellemment dans la couche à aleurone, facilite probablement aussi sa séparation des assises voisines à amidon. Le conditionnement du blé dans les grands moulins a vraisemblablement les mêmes effets.

La quantité d'eau à ajouter à la farine pour obtenir une pâte de travail facile et un pain de bel aspect ne peut être déterminée, d'après Saunders, que par une première panification d'essai. Cette mise au point est d'ailleurs courante dans les fournils.

La fermentation de la pâte dépend non seulement des qualités de la farine, mais encore de la levure employée et de la température.

L'activité de la levure est assez variable et cette irrégularité est une des principales causes des différences que l'on observe dans les panifications successives d'un même échantillon. D'après Saunders, l'emploi d'une quantité plus importante de levure (le double de la quantité habituelle) et une longue fermentation (pâte ayant levé 4 et 6 fois ou double de son volume) améliorent la qualité du pain.

D'après le même auteur, une addition de 1 % de malt ou 2 % de sucre augmente le volume du pain et raccourcit la fermentation.

Quels que soient d'ailleurs les perfectionnements que l'on puisse apporter à l'étude des facteurs chimiques de la valeur boulangère des blés, quelles que soient les améliorations réalisables dans la technique de la mouture et de la panification, ces progrès ne constituent jamais que des « moyens » d'apprécier plus facilement les qualités d'un blé et d'en tirer le meilleur parti.

« Les fins » à rechercher sont la découverte ou la création de variétés à haute valeur boulangère et leur production dans des conditions qui assurent la conservation de cette valeur.

Ce sont là des problèmes d'ordre génétique et écologique.

VII. — AMÉLIORATION DE LA VALEUR BOULANGÈRE PAR LA SÉLECTION ET L'HYBRIDATION

Le nombre de variétés de blé doués de hautes qualités boulangères ne paraît pas très élevé; beaucoup sont de valeur moyenne, quelques-unes sont réellement médiocres ou franchement mauvaises.

La sélection des variétés obtenues par culture pédigrée est susceptible d'isoler les meilleures. Des résultats de premier ordre ont été ainsi obtenus dans un grand nombre de pays producteurs de blé par la sélection soit des variétés locales, soit des variétés introduites. Mais il faut bien reconnaître que l'hybridation a joué le rôle primordial dans l'obtention des variétés réunissant les meilleures qualités culturales et industrielles.

L'histoire des blés de l'Amérique du Nord (Etats-Unis et Canada) est très instructive à ce sujet. Ces pays disposent maintenant de blés de haute valeur boulangère, dont quelques-uns pourraient être utilement employés comme géniteurs pour l'amélioration des variétés françaises.

Voici, par exemple, l'origine des meilleures variétés des blés de printemps à grain rouge et vitreux :

Marquis. — Croisement « Hard Red » de Calcutta x « Red Fife » par A. P. Saunders à Agassis (Canada), en 1892, lignée isolée par A. C. Saunders à Ottawa, en 1903; propagé à partir de 1907, est devenu rapidement le plus cultivé des blés rouges vitreux de printemps.

Ruby. — Croisement « Red-Fife » x «Downy Riga » (hybride) de C. E. Saunders à Ottawa, distribué en 1917.

Pioneer. — Croisement « Riga » x « Preston » de C. E. Saunders à Ottawa en 1903.

Red Bobs. — Provient d'un épi trouvé dans « Bobs » en 1910 au Canada, considéré comme un croisé naturel entre « Bobs » (hybride obtenu par Farrer en Australie) (1), qui a un grain blanc et un blé rouge de printemps.

Kota. — Fut trié dans un mélange de blés durs introduits de Russie, cultivés depuis 1920.

Kitchner. — Trouvé dans une culture de « Marquis » en 1911.

Red Fife. — Paraît avoir été introduit de Galicie en 1842 et descend d'un pied qui se comporta comme blé de printemps, le reste de l'échantillon étant du blé d'hiver; cultivé depuis 1860.

Haynes Bluestem. — Sélectionné vers 1895 dans le « Bluestem ».

---

(1) Farrer le donne comme un hybride artificiel entre une orge et un blé (voir plus loin).

Prélude. — Croisements successifs dans lesquels interviennent « Ladoga », « White Fife », « Hard Red » Calcutta, « Gehum », dûs à A. P. Saunders et C. E. Saunders, à Ottawa; distribué en 1913.

Preston. — Croisement « Ladoga » (blé sibérien) x « Red Fife » de W. Saunders, à Ottawa en 1868; distribué en 1896.

Power. — Lignée pure du « Red-Fife » vers 1885.

Dans le groupe des blés d'hiver, à grain rouge et vitreux, l'hybridation a joué un moindre rôle; c'est à elle que sont dus :

Minturki. — Croisement « Turkey » et « Odessa », 1902.

Station-Red. — Croisement dans lequel interviennent « Turkey », « Jones Fife » et « Pacific Bluestem ».

Les autres variétés dérivent d'introduction d'Europe :

Turkey. — Le blé qui occupe la plus grande surface aux Etats-Unis a été introduit par des émigrants de Russie vers 1873; « Nebraska » N° 6 et N° 60, « Altara » et « Blackhwill » en sont issus par sélection.

Karkof. — Introduit de Russie en 1900, identique au précédent, mais plus résistant à l'hiver; « Montana » 36, et « Karmont » en sont des sélections.

Alton. — Introduit de Tauride (Russie) en 1900.

Kanred. — Sélection d'une variété de Crimée introduite en 1900.

Pour ce qui concerne l'amélioration des qualités industrielles des blés du Nord de l'Afrique, il est moins indiqué d'avoir recours aux blés américains habitués à des climats plus froids et plus humides. Il paraît préférable de rechercher des géniteurs en Australie et aux Indes où l'obtention d'un blé à farine « forte », poursuivie depuis longtemps, a fait connaître des variétés de haute valeur, précoces, susceptibles de réussir dans nos régions. Ces blés proviennent d'hybridations dans lesquelles sont d'ailleurs intervenus des blés de l'Amérique du Nord et des blés indiens. Les uns et les autres peuvent donc aussi être employés comme géniteurs.

Les meilleurs blés australiens pour la « force » sont les suivants, obtenus par Farrer.

Bobs. — Hybride bispécifique « Bald Skinlers Barley » (orge du Népaul) x Early Lambrigg » (blé tendre).

Comeback. — Croisement dans lequel interviennent des blés indiens et un « Fife » amélioré (Etats-Unis), ce blé craint beaucoup la gelée et ne prospère pas dans les régions à hivers rigoureux.

Jonatham. — Croisement dans lequel interviennent « Fife » et « Hussard » des Etats-Unis et un blé indien.

Ces trois blés peuvent être comparés aux meilleurs blés de force du Manitoba.

Cédar. — Croisement dans lequel interviennent « Jonatham, Zaff » (Indes), « Powers Fife » (Canada), très lourd, très riche en gluten (15,5 %); le meilleur des blés de force obtenus par Farrer, dépasse les meilleurs « Hard red » de l'Amérique du Nord.

Nous avons à l'essai un certain nombre de blés australiens de création plus récente, obtention des successeurs de Farrer, Sutton et Pridham, sur la valeur desquels nous ne sommes pas encore fixés.

Au Congrès international du Blé, tenu à Rome en avril-mai 1927, la discussion sur l'amélioration de la valeur boulangère des blés a provoqué quelques observations intéressantes.

Nilsson-Ehle dit qu'en Suède on a surtout obtenu des résultats en utilisant pour les croisements les blés à grains vitreux des pays montagneux (Suisse, Haute-Autriche) et les blés de printemps du Nord et non par l'emploi des blés à grains vitreux du S.-E. de l'Europe (Roumanie-Hongrie). L'origine géographique des géniteurs semble donc avoir une certaine importance.

D'autres spécialistes, Newman et Watt, ont rappelé les travaux effectués au Canada et en Australie, dont nous avons donné plus haut une analyse.

Pas plus que les facteurs chimiques de la valeur boulangère des blés, les facteurs génétiques ou gènes qui en assurent la transmission héréditaire ne nous sont connus.

C. E. Saunders, l'un des hybrideurs qui se sont occupés depuis longtemps de l'obtention de blés de force, s'exprimait comme suit, dans sa communication au IX^{e} Congrès international de Génétique (Paris 1911) :

« Quelques investigateurs, se basant sur un nombre trop faible d'expériences, ont avancé cette théorie que la valeur boulangère est transmise comme une unité de caractère mendélien... Il suffit de poursuivre pendant quelque temps l'étude de ce sujet pour s'apercevoir que la force boulangère dépend de nombreux facteurs et que, si elle est transmise de la manière mendélienne, c'est plutôt comme un groupe de caractères mendéliens et non pas comme une simple unité... J'ai constaté que la force boulangère des variétés hybrides occupe généralement un plan intermédiaire entre les deux parents. Ces essais ont été répétés à maintes reprises, et ils ont été effectués principalement avec des variétés très bien sélectionnées et très bien fixées, et propagées de plantes seules, dont la sélection avait été faite plusieurs années après que les croisements avaient été accomplis. Ces variétés étaient remarquablement uniformes sous tous les rapports visibles, et ce serait folie de supposer que presque toutes étaient des hétérozygotes au point de vue de la force boulangère seule. »

Plus loin, il ajoute : « Un fait encourageant pour l'investigateur pratique est qu'il peut obtenir des variétés hybrides qui possèdent en entier la va-

leur boulangère du parent le plus fort et également quelques caractéristiques désirables dérivées de l'autre parent.

« Au point de vue scientifique, il est à regretter que nous n'ayons pas de connaissances plus exactes sur la manière dont la valeur boulangère est transmise. Dans mes travaux, cependant, il était plutôt nécessaire de rechercher des résultats de valeur pratique immédiate que d'essayer d'établir des principes ou de découvrir les lois fondamentales de transmission. »

Cette étude scientifique des facteurs génétiques de la valeur boulangère des blés ne semble pas avoir fait beaucoup de progrès depuis cette époque. Aucun travail décisif sur cette question n'est parvenu à notre connaissance.

VIII. — ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES VARIÉTÉS DE BLÉ SOUS LE RAPPORT DE LA VALEUR BOULANGÈRE

Nous avons vu que la valeur boulangère d'un blé varie suivant les conditions climatériques de l'année de culture et que cette influence des facteurs météorologiques détermine pour la plus grande partie les différences que l'on observe entre les diverses provenances d'une même variété.

La plupart des caractères, même morphologiques, sont ainsi affectés par les conditions de milieu et il devrait être de règle en biologie de ne jamais séparer l'étude du complexe organisme-milieu, absolument comme on tient compte, en chimie et en physique, des conditions de température, pression, etc., dans l'étude des transformations de la matière et de l'énergie.

Pour déterminer le sens et l'amplitude des variations de la valeur boulangère d'une variété et, si possible, les causes de ces variations, il est nécessaire de cultiver cette variété dans diverses localités. Ces essais, pour avoir une précision suffisante, doivent porter sur une lignée pure, sur une même souche. Ils auront comme résultats, après un nombre suffisant d'années, de fixer les expérimentateurs sur l'aire de culture de la variété.

La comparaison des variétés entre elles doit s'étendre également sur leurs aires respectives de culture. Elle ne peut être faite que dans des cultures comparatives, disposées suivant la technique spéciale à ces essais, qui permet d'éliminer l'influence des irrégularités du milieu pédologique. Pour que l'on puisse comparer entre eux les résultats donnés par les champs d'essais comparatifs, tous ces champs doivent comporter la même variété témoin. Cette méthode a été suivie par les expérimentateurs des Etats-Unis dont nous avons analysé plus haut le travail; elle est indispensable pour aboutir à un classement des variétés.

IX. — CONCLUSIONS - CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le nombre de variétés de blé tend à s'accroître prodigieusement en France et dans le Nord de l'Afrique par suite des nombreuses hybridations en cours dans les établissements officiels et privés s'occupant de l'améliora-

tion des plantes. Si nous devons nous réjouir de l'émulation qui anime les sélectionneurs et les hybrideurs et qui nous permettra de regagner le retard que nous avions sur beaucoup d'autres pays, il serait grandement désirable de discipliner ces efforts pour qu'ils n'aboutissent pas à une inextricable confusion. Il y a déjà trop de variétés de blé cultivées en France; il faut peut-être souhaiter autant la disparition des variétés médiocres et la généralisation des bonnes que l'apparition de variétés nouvelles. On est insuffisamment renseigné également sur les conditions de milieu qui conviennent à chaque variété et qui déterminent son aire de culture.

La situation est la même dans le Nord de l'Afrique pour les blés durs, plus nette pour les blés tendres, qui ont été importés et ne sont représentés que par un petit nombre de variétés.

Pour ne pas accroître l'embarras des cultivateurs, il faudrait donc qu'une variété nouvelle ne fût lancée qu'en indiquant qu'elle est supérieure à telles autres, dans telles contrées. Il importe de substituer aux variétés anciennes des variétés meilleures et non d'encombrer le pays de nouveautés dont on ignore le mérite et l'adaptation aux diverses régions.

La valeur d'une variété est faite de son rendement agricole et de ses qualités industrielles (meunières et boulangères). La culture ne sacrifiera jamais le premier aux secondes et notre situation économique ne le permet pas ainsi que le constate judicieusement M. Brétignière.

Heureusement le rendement n'exclut pas les qualités industrielles, les travaux de Saunders, Farrer, Vilmorin, et d'autres hybrideurs, montrent que ces « blés de conciliation » suivant le terme si heureusement choisi par M. Schribaux, existent et qu'il est possible d'en créer d'autres.

Il importe donc de faire marcher de pair l'amélioration du rendement agricole, qui prime tout, et celle des qualités industrielles. Le rendement d'une variété dépend à la fois de la productivité et de la résistance de cette variété aux adversités (intempéries et maladies). La détermination du rendement est aussi, à ces divers titres, un problème écologique et requiert l'établissement de champs d'essais comparatifs répartis en nombre suffisant sur l'ensemble du territoire et pourvus d'une station météorologique.

Les mêmes champs fourniraient donc, pour chaque variété :

1° L'appréciation du rendement;
2° La résistance aux intempéries;
3° La résistance aux parasites;
4° Les grains nécessaires à l'étude de la valeur boulangère,

ils permettraient la comparaison des variétés entre elles et, par conséquent, la fixation de leur aire de culture.

La connaissance de ces caractéristiques fondamentales des variétés actuelles donnerait une base solide aux efforts des hybrideurs. Il n'y aurait plus qu'à corriger les défauts de quelques variétés adaptées à chaque région, par des croisements judicieux.

Cette œuvre d'intérêt général ne peut être qu'une œuvre commune, chaque expérimentateur, travaillant isolément dans sa localité, ne peut garantir ses résultats que pour cette localité. Il est dangereux et coûteux de laisser à la culture le soin de faire ensuite le choix et l'essai local des variétés, même des meilleures.

Il faudrait donc organiser des essais comparatifs, méthodiques d'après un plan uniforme.

De nombreux organismes, officiels et privés, peuvent concourir à cette œuvre : Institut des Recherches agronomiques, Offices agricoles, Section nationale de l'Association internationale des Sélectionneurs de plantes de grande culture, Syndicat des Producteurs de semences sélectionnées, Centres d'expérimentation, Stations expérimentales, etc.

Il est de l'intérêt de tous, sélectionneurs et hybrideurs, agriculteurs, meuniers et boulangers, qu'un travail d'ensemble, concerté sur des bases communes, soit accompli, dans le plan national (Métropole et Nord de l'Afrique).

L'incertitude des conclusions à tirer de l'énorme et consciencieux travail de M. Arpin et Mlle Pécaud, sur l'analyse et la panification des variétés de blé cultivées en France, tient certes à la complexité du problème à résoudre, mais aussi, et pour une bonne part, au défaut de méthode dans la préparation des échantillons à soumettre à l'étude.

Le désir de voir le commerce payer les blés suivant leur valeur boulangère est très légitime, mais il est un peu chimérique d'envisager qu'un simple dosage permettra un jour d'opérer pour le blé comme pour la betterave à sucre. Le gluten, qui est vraisemblablement la base de la valeur boulangère, n'est pas comparable à une réserve inerte comme le sucre ou l'amidon.

Le problème consiste, comme il a été procédé ailleurs, à déterminer sérieusement la valeur boulangère de chaque variété et à la faire connaître. Les variétés à farine forte sont encore rares, mais elles sont connues et font prime sur le marché mondial. Pourquoi en serait-il autrement en France quand on aura établi la valeur boulangère des diverses variétés ?

Nous sommes presque tenté d'ailleurs de conclure que cette question de majoration du prix est d'importance secondaire. Il faut surtout souhaiter que les généticistes trouvent des variétés à gros rendements, résistantes aux intempéries et aux maladies, adaptées aux diverses régions du pays, et de bonne qualité boulangère. Les farines fortes permettent seules de faire un pain très léger, véritablement de luxe; on peut obtenir, des farines moyennes, un pain de bonne qualité, tout aussi nourrissant; il importe surtout de faire disparaître les variétés de blé donnant un pain mal levé et indigeste et de ne pas lancer inconsidérément de nouvelles variétés qui présenteraient de semblables défauts.

Les chimistes et les savants qui s'occupent de génétique pure découvriront sans doute un jour les facteurs chimiques et génétiques de la valeur

boulangère des blés. Point n'est besoin d'attendre ces bases scientifiques pour entreprendre avec succès l'amélioration de nos blés. Les résultats déjà obtenus dans cette voie, tant en France qu'à l'Etranger, sont un sûr garant des progrès que l'on peut escompter dans un proche avenir.

Ariana, mars 1928.

BIBLIOGRAPHIE

M. ARPIN. — Détermination de la valeur boulangère des différentes variétés pures de blés cultivées en France. — *Semaine nationale du Blé*, Paris 1923.

M. ARPIN. — Recherche sur la valeur boulangère des blés français. — *La Meunerie française*. Paris 1926 et 1927.

M. BRAUN. — Sur la valeur nutritive et boulangère de diverses variétés de blés cultivés dans le département d'Eure-et-Loir. *Annales de la Science agronomique*. Paris 1924.

L. BRETIGNIÈRE. — Observations sur la valeur boulangère des blés récoltés à la Ferme extérieure de Grignon de 1923 à 1926. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*. Paris 1927.

L. BRETIGNIÈRE. — Les blés et leur valeur boulangère. *Journ. Agr. Pratique*. Paris 1927.

J. CLARK, J. H. MARTIN et C. R. BALL. — Classification of american wheat varieties. *Bulletin n° 1.074. U. S. A. Départ of agriculture*. Washington D. C. 1922.

F. B. GUTHERIE. — The présent position of the flour question. *Agricultural Gazette N. S. W.* Sydney 1911.

F. B. GUTHERIE. — Wheat improvement in Australia-Science. *Bulletin n° 11. Dépt of agriculture New South Wales*. Sydney 1914.

R. A. GORTNER et E. H. DOHERTY. — Hydration capacity of gluten from "strong" and "weak" flours. *Journal of agricultural Research*. Vol. XVIII. Washington 1918.

KAYSER et ARPIN. — Rôle de la farine de fèves dans la panification *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*. Paris 1920.

LASPLEY. — The "strongh" of Wheat and Flour and its détermination. *Journal of the Départ of agriculture*. Western Australia Perth. 1924.

J. T. PRIDHAM. — Quality in Wheat. *Agricultural Gazette of N. S. W.* Sydney 1916.

ROUSSEAUX et SIROT. — Les matières azotées et l'acide phosphorique dans la maturation et la germination du grain de blé. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*. Paris 1920.

C. E. SAUNDERS. — Production de variétés de blé à haute valeur boulangère. *4e Conférence internationale de Génétique*. Paris 1911.

C. E. SAUNDERS. — Recherche sur le blé, la farine et le pain, *Bulletin n° 97 du Ministère fédéral de l'Agriculture*. Ottawa 1922.

SCHRIBAUX. — Recherche des meilleurs blés au double point de vue de rendement et des qualités boulangères. *Semaine nationale du blé*. Paris 1923.

SCHRIBAUX. — Recherches sur la valeur boulangère des blés français. Interprétation des résultats. *La Meunerie Française*. Paris 1926.

— — — Paris 1927.

C. W. SHAW. — Influences affectant la teneur en protéine du froment. Berkley 1913. *Bulletin des renseignements agricoles* de l'I. I. A. Rome 1920-

J. H. SHOLLENBERGER et J. A. CLARK. — Milling and baking expe. riments with american wheat varieties. *Bulletin n° 1183 U. S. A. Dép^t of Agriculture*. Washington 1924.

Albert PÉTIT

LUTTE CONTRE LES USTILAGINÉES DES CÉRÉALES

Traitement des semences, Substances à usages multiples

Variétés résistantes

Nous résumons dans cette note les résultats de nos recherches. Dans une publication ultérieure, nous exposerons les points acquis dans ce domaine ainsi que les interprétations que l'on peut concevoir.

L'étude détaillée de cette question n'a été entreprise qu'assez tard; il est facile de se rendre compte que les progrès n'ont pas été sensibles de 1807 à 1907. Durant cette période, on s'est contenté de la découverte de Prévost, que Kühn fit adopter dans la pratique. On se servit du sulfate de cuivre en solution aqueuse, neutralisé ou non. La majorité des auteurs qui s'occupent de la stérilisation des semences n'ont généralement essayé que quelques substances chimiques, souvent sans préciser le degré d'infection des semences, facteur dont l'importance est cependant très grande sur le pourcentage des plantes atteintes. Peu avant 1914, et surtout depuis, on a commencé à s'intéresser aux produits pulvérulents. Le Service Botanique de Tunisie a entrepris l'étude systématique de plusieurs composés cupriques, mercuriels, plombeux, vis-à-vis des végétaux parasites se transmettant par les semences, particulièrement celles des céréales.

La question est devenue plus complexe en raison de constatations qui montrent qu'il est possible de réaliser un produit à usages multiples : traitement anticryptogamique des semences, lutte contre certains insectes parasites des semences, stérilisation du sol, etc. Nous avons donc été amené à tenir compte de ces desiderata.

Deux moyens peuvent être envisagés pour obtenir des plantes indemnes : le traitement des semences, la culture des plantes résistantes.

A) **PROPHYLAXIE.** — Parmi les nombreuses substances, les sels de cuivre, de mercure sont nettement d'un très grand intérêt pour le traitement anticryptogamique et pour la préservation des semences contre certains insectes comme les charançons.

a) **Sels de cuivre.** — La plupart des produits cupriques pulvérulents d'origine française ou étrangère ont à peu près la même efficacité. On délaisse de plus en plus l'usage des solutions, et même, dans certains pays, comme l'Allemagne, où l'on se sert de solutions à base de sels de mercure,

on assiste à la même évolution; aux produits employés à l'état de solution ou de pseudo-solution sont substitués des antiseptiques pulvérulents ayant une composition similaire. Dans les deux cas, la dépense est du même ordre. Admettons qu'un hectolitre de solution cuprique à 1 % suffise à la désinfection de cinq quintaux de semences, cela oblige à utiliser 200 grammes de sulfate de cuivre par quintal; le traitement à sec exige la même quantité et s'exécute au moyen d'un mélangeur rotatif, dont différents modèles se trouvent dans le commerce.

Les sels de cuivre actuellement utilisés comme l'oxychlorure, l'acétate, le carbonate et le sulfate, ont une efficacité satisfaisante lorsque le blé est relativement propre, sans mouchetage. Or, voici les proportions pour 100 de cuivre métal de plusieurs composés cupriques :

Chlorure cuivreux	63 %	
Carbonate	51	environ
Sulfate anhydre (neige)	40	—
Oxychlorure	40	—
Acétate neutre verdet	32	—

Actuellement le poudrage constitue un progrès au point de vue de la commodité, mais il entraîne une dépense assez forte de cuivre. Il y a donc lieu de se préoccuper d'économiser cet élément.

Le chlorure cuivreux convient parfaitement au poudrage des semences mouchetées pour le traitement à sec avec le même succès que l'ancienne méthode humide au sulfate de cuivre à 1 % ; la solution de ce point de vue particulier est déjà vieille d'une année. Mais le chlorure cuivreux a une forte teneur en cuivre. Et il serait avantageux de se servir de composés ayant un pourcentage moindre de cuivre, d'efficacité certaine, et, autant que possible, à usages multiples. Il semble, dès maintenant, que ces desiderata soient à la veille d'être réalisés.

Dans toutes les remarques qui suivent, nous faisons abstraction de l'action de la substance sur la faculté germinative du grain, car il a été constaté, expérimentalement, que les substances en question respectent cette dernière. Les semences ont été cariées (mouchetées) au degré 3 (1).

Les recherches poursuivies au Service Botanique ont établi que l'on peut très bien « classer » les substances pulvérulentes en plusieurs catégories :

1° Chlorure cuivreux, poison très actif;

2° Sels de cuivre insolubles ou très peu solubles, sels hydrolysables, composés colloïdaux, c'est-à-dire le carbonate, le borate, le phosphate,

---

(1) Semences noircies contenant 5 grammes de spores par kilogramme. Voir : *Annales du Service Botanique*, 1925, 2e fascicule (Albert Petit. *Action de plusieurs antiseptiques sur les semences de blé et la carie*).

l'arséniate, l'acétate, l'oxychlorure, le silicate, etc. Ces sels sont beaucoup moins actifs que le chlorure cuivreux.

Le sulfate de cuivre anhydre a des propriétés antiseptiques intermédiaires entre celles des composés des deux catégories.

Le chlorure cuivreux, le sulfate de cuivre, les autres sels ont des coefficients d'efficacité respectifs de 100, 10 et 1 environ, vis-à-vis des semences infectées expérimentalemnt au même degré (3).

Nous avons mélangé le chlorure cuivreux au talc, poudre inerte, afin d'obtenir une substance contenant peu de cuivre; les résultats n'ont pas été bons comme on aurait pu le penser *a priori*. Pour obtenir un produit aussi actif que le sulfate de cuivre neige, il est nécessaire d'employer la même quantité d'une poudre contenant 36 % de chlorure cuivreux qui contient 22 % de cuivre métal; l'économie de cuivre est de l'ordre de 50 %, mais la dépense en cuivre est encore élevée.

Nous avons recherché les raisons pour lesquelles le chlorure cuivreux est le sel de cuivre (à radical acide bon marché) le plus actif contre la carie.

Le chlorure cuivreux $Cu^2 Cl^2$ est un composé anhydre blanc, insoluble dans l'eau, jaunissant rapidement en présence de l'air humide, puis prenant la teinte bleu vert clair, indice de la formation d'un composé cuivrique. Au contact de l'eau, il se produit également une oxydation accompagnée d'une dissolution partielle; il se dépose du chlorure cuivreux non décomposé. Le liquide filtré, évaporé à sec, donne un résidu cristallisable, soluble dans l'alcool, présentant les propriétés principales du chlorure cuivrique, $Cu Cl^2$ 2 aq. Le chlorure cuivreux placé dans le sol donne aussi un mélange de chlorure cuivreux et de chlorure cuivrique. La teneur en chlorure cuivrique semble être en rapport avec le degré d'hydratation, l'âge du chlorure cuivreux. D'ailleurs, les propriétés antiseptiques du filtrat sont identiques à celles d'une solution de chlorure cuivrique de même concentration.

Le chlorure cuivrique est beaucoup plus soluble dans l'eau que le sulfate de cuivre (75 %); il est aussi, à même concentration pondérale ou moléculaire, plus dissociable que ce dernier; de plus le chlorure cuivrique est très hydroscopique. La dissociation produit de l'acide chlorhydrique, or nous savons par ailleurs (1) que cet acide est comme le chlorure cuivrique un très bon antiseptique. Si l'oxydation du chlorure cuivreux donne naissance pendant la période d'action anticryptogamique à 10 % de chlorure cuivrique, on conçoit qu'un mélange de 10 % de chlorure cuivreux du talc ne puisse constituer une poudre possédant des garanties suffisantes pour le traitement des semences, parce qu'un tel mélange ne contient que 1 % de sel très actif, de chlorure cuivrique.

Le chlorure cuivreux, quoique insoluble, est donc à placer biologique-

---

(1) Voir le renvoi précédent.

ment, à côté du sulfate de cuivre, sel soluble, puisqu'il donne naissance à un composé dissociable, à radical acide fort, très bon conducteur du courant ionique.

Nous avons été amené à essayer des mélanges de talc (2) et de chlorure cuivrique : 9, 13, 16, 23 et 28 %. On mélange la solution aqueuse de chlorure cuivrique avec le talc et on laisse sécher à l'air. La quantité d'eau employée doit être bien déterminée, et, chose curieuse, le pouvoir antiseptique de la poudre ainsi obtenue en dépend. Le talc blanc (silicate de magnésium hydraté) a été choisi à cause de son prix, et parce qu'il n'est pas attaquable par l'acide chlorhydrique provenant de la dissociation du chlorure cuivrique, propriété que ne possèdent pas le tripoli et le kaolin qui renferment une notable proportion de calcaire.

Des essais initiaux, qui ont été confirmés ultérieurement, avaient montré qu'il faut opérer avec 250 gr. de poudre cupro-silicatée, car il n'y a pas équivalence d'action antiseptique pour une quantité déterminée de chlorure cuivrique employée à des proportions différentes : 200 grammes de poudre à 10 % ne se comportent pas comme 100 grammes de talc à 20 %.

L'expérience a montré qu'un mélange à 23 °/₀ de chlorure cuivrique a des propriétés antiseptiques voisines de celles du sulfate de cuivre anhydre (neige), par conséquent plus accentuées que celles des sels de la seconde catégorie, arséniate, oxychlorure, carbonate, etc.

Il est possible, vraisemblablement, d'atteindre la toxicité du chlorure cuivreux, en augmentant le pourcentage du chlorure cuivrique, de telle sorte que la proportion de 23 % de ce dernier sel, convenant aux cas des semences mouchetées, peut être probablement diminuée si l'on considère le cas plus général du traitement des semences peu cariées ou saines.

En opérant avec 250 grammes de poudre, voici les proportions de cuivre métal utilisées pour le traitement de 100 kg. de blé selon le sel employé :

Chlorure cuivrique (23 % dans le talc)	20 grammes
Acétate neutre (verdet)	82 —
Oxychlorure de cuivre	100 —
Sulfate de cuivre anhydre (en neige)	100 —
Carbonate de cuivre	125 —

Le produit à base de chlorure cuivrique et le sulfate de cuivre en neige sont beaucoup plus efficaces que les autres sels. L'usage du chlorure cuivrique permet donc une consommation de cuivre très réduite. Si l'on envisage le cas des semences saines, il est peut-être possible d'atteindre un coefficient d'économie en cuivre de 8 à 10 au lieu de 5 (cas des semences mouchetées). Les expériences en cours nous fixeront sur ce point.

Actuellement le chlorure cuivreux anhydre n'est pas de fabrication industrielle courante, peut-être à cause de sa haute teneur en cuivre. Cepen-

(1) D'autres substrata sont aussi à l'essai.

dant, à part le traitement de la carie, il peut présenter, comme il sera dit plus loin, un grand intérêt. Le chlorure cuivrique n'est pas non plus dans le commerce en gros; sa fabrication serait évidemment à envisager.

L'usage des poudres cupriques se répand d'une manière générale, non seulement en Tunisie, mais dans tous les pays producteurs de blé, et il n'est pas à conseiller seulement dans les pays chauds et secs comme certains l'ont prétendu.

Tant qu'on ne disposera pas de poudres aussi actives que celles que nous venons de citer, le seul moyen à employer, si l'on se trouve en présence de semences mouchetées, est de traiter celles-ci deux années consécutives avec le sulfate de cuivre neige à raison de 250 grammes par quintal, comme nous l'avions déjà conseillé. (1) Si ce produit n'est pas assez pulvérulent, on utilise le carbonate de cuivre colloïdal à l'état naissant. On verse dans une solution de sulfate de cuivre cristallisé à 2 % un même volume d'une solution de carbonate de soude anhydre à 1 % ou de carbonate cristallisé à 2 %. Un léger excès de carbonate n'est pas nuisible. L'année suivante, si les semences sont propres, on poudre avec les produits commerciaux.

b) Sels de mercure. — Après plusieurs expérimentateurs, nous avions constaté que le bichlorure de mercure (sublimé) employé en solution aqueuse, à la concentration pondérale de 1 o/oo est aussi actif que le sulfate de cuivre utilisé dans les mêmes conditions, à la dose de 1 %. Nous avons donc été conduit à penser que les poudres mercurielles sont beaucoup plus actives que les poudres cupriques, et nous avons supposé que le mercure pouvait être employé à une dose beaucoup plus faible que les sels de cuivre. Nous avons cherché l'efficacité de quelques sels de mercure : calomel, sulfure mercureux et sulfure mercurique, acétate mercureux et acémercurique. Des essais de poudres à base de chlorure mercurique sont en cours.

Les poudres mercurielles, comme les poudres cupriques, ne se comportent pas vis-à-vis des spores de carie comme les solutions. Le chlorure cuivreux est plus efficace que le composé mercuriel correspondant, le calomel (1); le chlorure cuivreux est plus toxique que tous les sels de mercure cités à l'exception de l'oxycyanure et de l'iodure mercurique qui ont une efficacité voisine (2).

Les mélanges d'iodure mercurique, de calomel ou talc ne constituent pas des substances économiques, car de telles poudres ne se montrent pas plus efficaces que les produits cupriques de la deuxième catégorie (carbo-

---

(1) Voir Albert Petit. *Poudrage des semences contre la carie et les charbons externes. Substances et doses à employer* (*La Tunisie Agricole*, février 1927).

(2) Ces deux sels ont des formules semblables $Hg^2 Cl^2$; $Cu^2 Cl^2$. Ils sont tous deux anhydres et donnent des produits homologues : l'un le sublimé $Hg Cl^2$; l'autre, le chlorure cuivrique $Cu Cl^2$.

(3) Les dégâts causés par l'oxycyanure et l'iodure mercurique aux semences ont entravé quelque peu la comparaison.

rate, acétate). Il se peut que certains sels de mercure, tels que le bichlorure ou sublimé et certains sels organiques, ne soient pas dans ce cas.

On peut expliquer la faible efficacité du calomel, employé pur, en admettant que celui-ci ne donne naissance qu'à une faible quantité de chlorure mercurique. Les essais en cours de poudres à base de chlorure mercurique, soit seul, soit en mélange avec le chlorure cuivrique, nous préciseront la valeur curative ou le coefficient d'efficacité du sublimé.

Le fait que le mercure coûte au moins quatre fois plus cher que le cuivre n'est pas en faveur de son adoption. D'ailleurs l'usage de poudres mercurielles est loin de se répandre même dans les pays à change élevé. Il semble bien que l'intérêt que présentent les sels de mercure soit local (géographiquement).

Toutes ces considérations, fondées sur les résultats de méthodes concordantes, tendent à justifier, qu'actuellement, il n'est nullement indiqué de préférer les sels de mercure aux sels de cuivre; des expériences en cours permettront de préciser cette conclusion. Nous apportons une solution à la recherche de traitements économiques contre la carie; il se peut très bien qu'il y en ait plusieurs.

c) **Comportement des sels cupriques et mercuriels vis-à-vis de certains insectes parasites des semences.** — Bien que la question des insectes parasites des semences ne fasse pas partie de notre programme de travaux, nous croyons utile de faire connaître les observations concernant l'action préservatrice des substances employées contre la carie (1) vis-à-vis de certains insectes.

Nous avions signalé en 1923 (2) que des grains de blé traités par un produit cuprique pulvérulent : oxychlorure, carbonate, levaient plus régulièrement que les témoins lorsque les semailles sont exécutées grain à grain. Nous avions pensé que les insectes du sol, les fourmis, par exemple, préféraient s'attaquer aux semences dépourvues de composés toxiques. Cette supposition fut d'ailleurs appuyée par une série d'autres constatations dont nous citerons les principales.

Des semences sulfatées par la méthode humide, puis séchées et abandonnées dans un local, furent beaucoup moins atteintes par les charançons que les lots témoins qui furent complètement détruits. Nous avons aussi noté de bonne conservation du blé traité dès la récolte par une poudre à base d'oxychlorure de cuivre. La supposition que les sels de cuivre ont une action préservatrice vis-à-vis des insectes parasites des semences est donc parfaitement vraisemblable.

---

(1) Une mise au point très documentée de la question des insectes parasites des semences, à laquelle sont adjointes plusieurs remarques nouvelles, a été publiée par M. T. Pagliano, professeur à l'Ecole coloniale d'Agriculture de Tunis, dans *La Tunisie Agricole* de janvier 1927.

(2) Albert Petit. *Comparaison de méthodes de traitement de la carie du blé.* (*L'Association Agricole*, 7 août 1924).

Nous avons institué des expériences vérificatrices; des flacons de 250 centimètres cubes, contenant 50 grammes de grains (blé dur, blé tendre), traités ou non avec différents sels de mercure et de cuivre : calomel, phénate de mercure, sulfate de cuivre anhydre, acétate (verdet), oxychlorure de cuivre, carbonate, arséniate de cuivre, etc., reçurent chacun un millier environ de charançons (*Calandra granaria*). De telles conditions de contamination ne sont jamais réalisées dans la pratique. Après une année, les lots traités aux poudres étaient toujours indemnes. Nous avons vérifié que les semences traitées conservent leur faculté germinative. En ce qui concerne la préservation des semences contre les charançons la question est donc résolue.

Mais faut-il renoncer, pour le grain destiné aux semailles, à l'ancienne méthode très efficace au sulfure de carbone, au tetrachlorure de carbone ? Il faut envisager aussi les dégâts causés par d'autres insectes parasites tels que l'alucite, la teigne, etc., et conserver jusqu'à nouvel ordre l'ancien procédé et attendre d'autres résultats d'expériences. Les sels de mercure (le calomel, le phénate) possèdent à ce point de vue les mêmes propriétés que les sels de cuivre, et ce fait est d'ailleurs connu des industriels qui fabriquent des produits à base de mercure.

Les poudres contenant un faible pourcentage de cuivre sont à l'étude ainsi que celles à base de chlorure cuivrique et d'arséniate de plomb.

B) **HEREDITE.** — On peut envisager la question au point de vue génétique, isoler des variétés, des races résistantes, soit en vue de les multiplier, soit pour les croiser avec des lignées économiquement plus intéressantes, mais sensibles aux caries et aux charbons.

Les semences de blé contaminées artificiellement avec des spores de carie donnent naissance à des plantes qui sont presque toutes cariées; quelques-unes cependant restent indemnes, mais cette immunité ne se transmet pas à toute leur descendance et il ne nous a pas été possible, jusqu'à présent, d'isoler des lignées complètement résistantes.

Si l'on admet que parmi les lignées de blé considérées comme pures parce qu'elles sont constituées d'individus morphologiquement semblables et présentant un certain nombre de caractères physiologiques identiques (précocité, résistance à la verse et aux intempéries), il peut en exister qui soient le mélange de plusieurs génotypes différant seulement par leur susceptibilité à la carie, et il devient possible d'expliquer la présence des individus indemnes trouvés dans les cultures contaminées artificiellement.

Toute la descendance de ces plantes n'est pas douée d'immunité. On peut donc penser que ces individus sont hétérozygotes et que leur descendance subit une disjonction en pieds cariés et pieds non cariés.

Il est probable que la résistance à la carie dépend de facteurs multiples et que la disjonction ne produit qu'un pourcentage très faible d'homozygotes très résistants ou immunes héréditairement stables.

Certaines variétés semblent avoir une grande résistance comme le blé Hussar, mais elles ne sont pas complètement immunes comme beaucoup d'auteurs le croient. Le ***Triticum persicum*** de Vavivov est dans le même cas.

L'économie de cuivre serait encore plus grande pour des variétés résistantes, surtout si l'on traite des semences saines et non des semences mouchetées, elle pourrait être de l'ordre de 12 à 15. S'il était possible d'arriver à de tels chiffres, ce serait le substratum inerte qui coûterait le plus dans le traitement.

La meilleure solution semble bien résulter de l'emploi combiné des méthodes prophylactiques et génétiques.

C) **AUTRES APPLICATIONS DES SELS DE CUIVRE** : a) **Rouilles.** — On a pensé que le traitement des semences pourrait être efficace vis-à-vis des épidémies annuelles de rouilles ***Puccinia graminis, P. glumarum.*** Mais il est nécessaire d'avoir auparavant une idée sur la transmission des rouilles.

On peut supposer, comme le croit J. Eriksson, que le germe de la rouille est à l'intérieur de la semence, exactement comme celui du charbon du blé, ***Ustilago Tritici.*** Mais le germe n'est pas visible dans des coupes histologiques; s'il existe, c'est donc un ultraparasite. D'autres auteurs ont soutenu que les urédospores et les téleutospores situées dans la région du sillon contamineraient les semences d'une manière assez analogue aux processus d'infection de la carie. Enfin, on a pensé que des germes externes : urédospores, æcidiospores des plantes hôtes sont les germes produisant sur la jeune plante des aires contaminées qui s'étendent et caractérisent alors les rouilles.

La maladie est-elle d'origine interne ? Est-elle propagée par des spores restées à la surface du grain ou est-elle causée par les germes transportés par l'atmosphère ?

Des expériences nous ont montré que des plants de blés très susceptibles, isolés (expériences réalisées, en cage vitrée, en milieu aussi aseptique que possible), ne présentent pas les signes de la rouille. Le germe n'existe donc pas à l'intérieur de la semence.

Les spores existant à la surface du grain ne jouent aucun rôle (expérience de Hungeford; d'ailleurs, le traitement des semences devrait diminuer, dans une très forte proportion le développement de la rouille; or, l'expérience montre que les plantes issues de semences stérilisées ou traitées par des poudres cupriques longtemps avant les semailles, puis placées à l'air libre, rouillent comme celles dont les semences n'avaient subi aucun traitement.

Nous devons donc admettre que les rouilles sont transmises peu après la levée, vraisemblablement, dès que la température se relève, par les spores atmosphériques (æcidiospores), ou par les germes du sol (urédos-

pores ou téleutospores). D'après ces faits, on voit qu'il est impossible de prémunir les végétaux contre les rouilles en traitant les semences aux antiseptiques.

b) **Fertilité du sol.** — Tout en laissant de côté la destruction des mauvaises herbes qui exige des procédés spéciaux, il est utile de se demander si les sels de cuivre influent non seulement sur les germes de charbons, mais sur d'autres organismes comme les protozoaires et les bactéries dont les actions antagonistes paraissent être des facteurs de la fertilité du sol. D'après des essais préliminaires, le chlorure cuivrique, seul ou associé avec d'autres substances, paraît être susceptible d'application dans ce sens.

En résumé, on voit donc que la question de la stérilisation des semences est étroitement liée avec celle du pouvoir antiseptique en général. Cette étude, faite surtout en vue de détruire les spores d'Ustilaginées, nous a montré que certains corps, comme le chlorure cuivreux, le plus toxique des sels de cuivre, employés à l'état pur, est plus actif que plusieurs composés du mercure, et le chlorure cuivrique (qui prend naissance aux dépens du chlorure cuivreux) sont d'une efficacité quasi-absolue pour tuer des germes aussi résistants que la spore de carie. Le chlorure cuivrique, sel très soluble dans l'eau, très hydroscopique, ne peut être utilisé à l'état pur: ses mélanges à des poudres inertes comme le talc blanc (dans la proportion de 1/5^{e} environ) semblent être aussi efficaces pour le traitement de la carie que les autres sels de cuivre actuellement employés purs.

Le chlorure cuivreux et le chlorure cuivrique paraissent susceptibles d'application pour d'autres maladies externes qui sont combattues par des aspersions. L'adhérence des émulsions de chlorure cuivreux confère à ce produit, ainsi qu'à la poudre, de grands avantages.

Ariana, Novembre 1927.

La publication tardive nous permet d'ajouter quelques résultats obtenus en 1928 sur le traitement des semences contre la carie.

L'addition de chlorure cuivreux aux sels de cuivre faibles (carbonate, oxychlorure, acétate, cyanure, sulfophénate, citrate, oxalate, formiate), n'augmente pas sensiblement leur toxicité respective. Nous avons procédé aux mêmes constatations après avoir expérimenté les mélanges : sel de cuivre (contenant ou non du chlorure cuivreux), sel de mercure (calomel, oxycyanure, iodure mercurique).

Par contre le mélange talc-sel de mercure ne semble être efficace que si

ce dernier se trouve dans la proportion de 10 % (sublimé et biodure) ou de 15 % (oxycyanure, calomel).

Ainsi que nous l'avons vu plus haut, le mélange talc-chlorure cuivrique, contenant 23 % de sel, est économiquement avantageux pour le traitement des semences très cariées, mais il est un fait peut-être assez important : c'est que le mélange dont il vient d'être question convient particulièrement au traitement des graines propres ou peu souillés; dans ce cas une proportion de 10 % de chlorure cuivrique est suffisante, soit 3,7 % de cuivre métal. De nombreuses expériences prouvent que ce pourcentage de cuivre sous la forme bichlorure est une dose minima compatible avec une sécurité constante. Un tel traitement entraîne seulement, si l'on emploi la quantité classique de 250 grammes de poudre par quintal une dépense en cuivre métal de 10 grammmes environ.

Si nous considérons toujours le cas des semences presque propres, nous sommes arrivés, en associant le chlorure mercurique (sublimé), à réduire encore la proportion de cuivre et à n'utiliser que 5 gr. % de chlorure cuivrique (1,56 de Cu métal) et 1 gr. % de bichlorure de mercure (0.73 de Hg. métal), soit pour un traitement de 250 gr. par quintal, 4,4 de Cu métal et 1,87 de Hg. métal. Ce fait se vérifie aussi par l'emploi de solutions. Ainsi le mélange chlorure cuivrique Cu (Cl^2 2 aq. 1 gr.) — acide chlorhydrique (HCl à 20° B., 1 cm3) est encore très actif à la dilution de 0 2 %, de même le mélange sulfate de cuivre cristallisé (1 gr.) — acide sulfurique (acide à 63° Bé, 1 cm3). Or, le mélange chlorure cuivrique cristallisé (1 gr.) — bichlorure de mercure (sublimé, 0,2 gr.) — acide chlorhydrique (1 cm3) possède une forte toxicité à la dilution de 0,055 %. Cette solution ne titre que 0,0096 % de cuivre métal et 0,0036 de mercure métal. Mais le coefficient d'efficacité d'un mélange d'antiseptique n'est pas toujours égal au produit des coefficients de chacun des sels, en tenant compte de la proportion pondérale de chaque élément toxique.

La « dose préventive » ne doit s'employer que dans le cas de grains à peu près sains; elle est évidemment beaucoup moins riche en principe actif que celle qui est destinée au traitement des semences cariées au degré 3 (contamination massive) ou « dose curative ».

La dose curative employée contre la carie du blé (***Tilletia levis*** se comporte comme ***Till. tritici*** quoique cette dernière soit moins virulente et plus sensible aux antiseptiques), peut être constituée par du chlorure cuivreux, ou par un mélange de talc et chlorure cuivrique, dans lequel ce dernier sel se trouve dans la proportion de 23 %, à raison de 250 grammes de poudre par quintal de semences. Les mélanges de talc et des autres sels de cuivre ne présentent pas ces propriétés, à l'exception peut-être du sulfate de cuivre anhydre qui ne paraît d'ailleurs être utilisé qu'en proportion d'au moins 25-30 %, pour le traitement préventif seulement.

Le traitement préventif efficace peut être effectué par une poudre à base de talc et de cuivre contenant 10 % de chlorure cuivrique.

La limite de la teneur en cuivre de la dose préventive paraît pouvoir être fixée comme suit :

Dans le cas de semences résistantes à la carie, certains de nos essais nous permettent de supposer qu'il est possible de réduire d'un tiers environ la dose % de chlorure cuivrique. Il serait suffisant d'employer de la poudre n'ayant que 7,5 % de sel, soit 2,58 % de cuivre métal, et 6,45 gr. de cuivre pour le traitement d'un quintal de blé.

Certains auteurs ont conçu d'ingénieux appareils mélangeurs à récupération dans lesquels le grain est brassé au sein d'un nuage de poudre cuprique, ce qui permet d'économiser environ 9/10e de l'antiseptique. Il n'y a aucune raison « a priori » pour que ce procédé ne s'applique pas, si l'on utilise le mélange à base de talc, puisque ce dernier est aussi efficace que les poudres actuellement en usage, qui ont servi à ces expérimentateurs. Ce procédé, qui ne saurait d'ailleurs être employé nous le répétons, que dans le cas de semences propres, permettrait, en se superposant à l'avantage cité au paragraphe précédent, d'économiser 9/10e de sel et de cuivre, c'est-à-dire de n'utiliser que 0,6 à 1 gr. de cuivre métal sous la forme chlorure, par quintal de blé. Mais c'est l'extrême limite de la diminution de la dose en cuivre, ce semble, que l'on puisse envisager actuellement. Par prudence, il serait nécessaire de se servir de temps en temps de la dose curative.

Il résulte de l'emploi du bichlorure de cuivre une très importante économie en cuivre; dans une publication ultérieure nous examinerons le cas des composés minéraux industriels qui possèdent des propriétés identiques.

F. BŒUF et L. GUILLOCHON

Essais d'acclimatement du lin textile en Tunisie

Les hauts prix atteints par les lins pendant la guerre et pendant les premières années après la guerre ont engagé les industriels français à faire entreprendre la culture du lin textile dans le Nord de l'Afrique.

Le lin végète bien sous le climat nord-africain, mais, jusqu'alors, il était uniquement cultivé comme plante oléagineuse, pour la production de la graine. La variété indigène, à tige courte, très ramifiée, à grosses capsules et à grosses graines convenait à cette production, mais ne pouvait pas être exploitée comme plante textile. Il fut nécessaire d'introduire les lins de l'Europe septentrionale, à tige haute, peu ramifiée, à capsules et graines de petit volume. La graine importée sous le nom de « Lin de Riga », terme commercial, correspondait au mélange de formes habituellement cultivé dans le Nord et le Nord-Ouest de la France.

De telles entreprises d'acclimatement, en bloc, d'une plante étrangère, sont toujours hasardeuses et il y avait d'autant plus lieu de craindre une dégénérescence rapide des qualités industrielles du lin que l'on connaissait l'obligation dans laquelle se trouvent les liniculteurs français d'importer continuellement des graines du Nord de la Russie.

L'argument que l'Egypte produisait autrefois du lin textile n'avait qu'une valeur secondaire, les exigences de l'industrie actuelle étant fort différentes de celles que pouvaient avoir les artisans de l'ancienne Egypte.

Il a paru utile d'entreprendre, au Service Botanique, la sélection individuelle et la culture pédigrée des lins importés afin de rechercher si l'acclimatement de lignées à bonnes qualités textiles était réalisable.

Avant de donner les résultats obtenus, il est nécessaire, pour situer la question, de résumer les notions actuellement acquises sur les variétés de lin et leurs aires géographiques, sur l'action du milieu de culture et sur les possibilités de sélection. (1)

VARIÉTÉS DE LIN - LEURS AIRES GÉOGRAPHIQUES

Toutes les variétés de lin cultivées sont rangées dans la même espèce, ***Linum usitatissimum***, L., très polymorphe, ayant donné, suivant les régions, un grand nombre de variétés et de races distinctes.

Les plus anciennes régions de culture sont les Indes et les contrées

(1) Pour plus de détails, voir F. Bœuf. *L'amélioration des plantes cultivées*, Tunis 1927.

avoisinantes, le Turkestan, toutes les régions méditerranéennes et l'Europe centrale. La culture remonte aux temps préhistoriques (cités lacustres de la Suisse).

Actuellement, le Nord de l'Europe cultive le lin comme plante textile; les pays asiatiques, les régions méditerranéennes, l'Argentine le cultivent pour la graine.

D'après Vavilov (2), les variétés de lin cultivé forment deux grands groupes « gr. asiatico-européen» et « gr. méditerranéen ».

Groupe Asiatico-Européen. — Dans l'Inde seule, G. Howard et Khan ont établi l'existence de 26 variétés botaniques et de 123 races de lin, toutes cultivées pour l'huile. 23 de ces variétés seraient particulières à l'Inde et ne se retrouvent pas ailleurs. Elles présentent les particularités communes suivantes : fleurs petites, à pétales étroits, ne s'ouvrant pas complètement à la floraison chez certaines races; capsules grosses, difficiles à égrener, graines grosses (jusqu'à 6 m/m), de couleur claire; coloration rouge (anthocyanine) des jeunes pousses et des capsules.

Dans le Sud-Ouest de l'Asie, exploré par Vavilov, se trouve également une grande diversité de formes héréditaires : dans les plaines, lins tardifs, courts, ramifiés, très feuillés, s'égrenant plus facilement que ceux de l'Inde, à graine brune, jaune clair ou blanche, véritables types de lins à huile; dans les montagnes, variétés intermédiaires, sous le rapport de la ramification et de la précocité, entre les lins textiles typiques du Nord de la Russie et les lins à graines du Turkestan; aux altitudes limites atteintes par l'agriculture (Pamyr), races ayant les caractères de lins textiles, mais cultivées pour la graine.

Les races communes d'Europe forment un ensemble complexe d'où sont absentes les formes très ramifiées, à grandes fleurs, à pétales étroits, à capsules s'ouvrant difficilement, à grosses graines. Le groupe européen se rattache, par d'imperceptibles transitions, aux lins du Sud-Ouest de l'Asie.

Groupe méditerranéen. — Les lins des pays méditerranéens diffèrent beaucoup de ceux de l'Europe centrale ou septentrionale et de ceux de l'Ouest de l'Asie. Ils ont à la fois de grandes fleurs (25 à 35 m/m, au lieu de 15-18), de grosses capsules, de grosses graines (5-6 m/m, au lieu de 3,5-3,75) de grandes feuilles.

En Egypte, en outre du groupe commun défini par ces caractères, on rencontre des lins avec de grosses graines, mais de petites fleurs (16,3 à 28,6 m/m), avec des feuilles petites et distantes, à une seule tige, se rapprochant du lin à fibres. Les capsules sont très dures, difficiles à égrener, fortement colorées à l'anthocyanine à maturité. Ce second type se

(2) Vavilov,: *Studies in the origine of cultivated plants*, Leningrad 1926.

rapproche des formes de l'Inde. D'après les échantillons de graines trouvées dans les fouilles de l'Egypte (4-5,5 m/m), les variétés cultivées aux temps anciens dans cette région appartenaient aux variétés à grosses graines; il est donc probable qu'aux époques reculées les Egyptiens tiraient leur filasse de lin de variétés mixtes non complètement spécialisées pour la production de la fibre.

L'examen d'un certain nombre d'échantillons provenant d'Abyssinie a montré que ce pays cultive des formes particulières, à petit format, avec petites capsules, petites fleurs et petites feuilles. Les graines ont en moyenne 3,75 m/m. Il a été découvert, dans ces régions, des formes endémiques à fleurs bleues et à graines jaunes, tandis qu'ailleurs la couleur jaune des graines est toujours associée aux fleurs blanches.

Il est possible que des investigations détaillées en Abyssinie conduisent à établir un troisième groupe de lins.

ACTION DU MILIEU SUR LES LINS

Les lins du groupe asiatico-européen, considérés dans leur habitat naturel, montrent, ainsi que nous venons de le dire, une modification des formes en relation étroite avec le climat.

A partir du Sud-Ouest de l'Asie, centre probable de diversité et d'origine, les variétés se sont distribuées suivant la durée de leur période végétative. A mesure que l'on s'avance vers le Nord, on trouve des lins plus précoces, à tige plus longue, faiblement ramifiés, utilisés comme plante textile; en allant vers le Sud, les races sont plus tardives, à tige plus courte, de plus en plus ramifiées et productrices de graines, cultivées exclusivement comme plantes oléagineuses.

Des cultures expérimentales de lins de diverses provenances, faites, les unes près de Lénigrad, les autres dans le Nord du Caucase, ont montré que les variétés se classent, par la longueur des tiges et la durée de la végétation, suivant la latitude de leur pays d'origine; les races les plus longues et les plus précoces étant celles des régions septentrionales.

La division des lins en races à fibres et races à graines est le résultat de la sélection naturelle d'après la précocité.

Dans quelle mesure les races ainsi constituées sont-elles stables et peuvent-elles conserver leurs caractères lorsqu'elles sont transportées de leur pays d'origine dans une contrée plus septentrionale ou plus méridionale ? En d'autres termes, quelles sont les limites de la variation individuelle sous l'influence du milieu ? Cette question est de première importance pour les liniculteurs et particulièrement pour ceux du Nord de l'Afrique.

Des semis de 12 lignées pures, effectués dans 54 localités de Russie, ont montré une diminution générale de la hauteur des plantes, une augmentation de la ramification, du nombre de capsules et de graines lorsque le

transport d'une lignée a lieu vers le Sud et des modifications inverses lorsque le déplacement a lieu vers le Nord ou vers une altitude plus élevée. La proportion d'huile dans une lignée pure varie peu suivant les stations de culture; l'indice d'iode a tendance à s'accroître en allant vers le Nord (détermination du Laboratoire de Chimie de l'Institut de Botanique appliquée de Léningrad). La variation individuelle se produit donc dans la même direction que la sélection naturelle des formes héréditaires.

Il y a longtemps d'ailleurs que des constatations analogues, toutefois moins précises, ont été faites en France par les producteurs de lin. Le Nord importe des graines de Russie, dites « de tonnes », qui donnent la récolte la plus estimée; les graines qui en proviennent, dites « après tonne », sont semées plutôt dans les régions du Nord-Ouest; les générations suivantes sont encore employées, ou le nom de « Lins indigènes », mais on constate une diminution progressive des qualités textiles de la plante. Elle porte sur la longueur des tiges et des fibres, le poids de la récolte, et s'accompagne d'une maturité plus précoce; elle est moins accusée quand la culture a lieu sur un terrain ombragé pendant une bonne partie de la journée (Blaringhem).

Dans le Nord de l'Afrique, la Palestine et le Sud de l'Inde, il existe des formes de lin pour graines, de petit format et « précoces », à capsules souvent grosses et difficiles à égrener. Le climat chaud entraîne donc aussi la sélection naturelle des races à courte période de végétation, qui utilisent l'humidité de l'hiver et du printemps et qui échappent à l'ardeur du soleil d'été. La question se pose de savoir s'il serait possible d'acclimater des races précoces à fibres du Nord dans ces régions chaudes, et de rechercher si le croisement des races permettrait de créer des types textiles spécialement adaptés aux régions méditerranéennes. L'expérience seule peut fournir la réponse à cette double question, car nous connaissons insuffisamment les facteurs qui déterminent l'allongement des tiges : durée de la période de végétation, luminosité et température, aux diverses phases de la croissance, aptitudes particulières des races.

PRINCIPES DE LA SÉLECTION INDIVIDUELLE DES LINS

Les lignées pures issues de la sélection individuelle et obtenues à la suite de cultures pédigrées permettent seules une connaissance exacte du comportement des plantes dans un milieu déterminé et la recherche des formes pouvant s'y adapter en conservant leurs qualités. Existe-t-il des lignées de lin textile susceptibles de s'acclimater dans le Nord de l'Afrique ? L'expérience, rapportée plus haut, de la culture de lignées pures de lin dans les diverses régions de la Russie indique bien une variation des lignées pures suivant le milieu où elles sont tranportées, mais elle ne semble pas interdire tout espoir de trouver, dans une population mélangée introduite, quelques formes susceptibles de s'acclimater en conservant une valeur industrielle satisfaisante.

Il convenait donc de pratiquer cette sélection méthodique dans les lins obtenus avec la « graine de Riga » importée en Tunisie.

Nous nous sommes inspirés, pour guider le choix des têtes de lignées, des travaux importants de M. Blaringhem (1) sur l'amélioration des Lins textiles en France.

Recherche des lignées pures. — L'existence de lignées pures au sein d'une espèce végétale est liée à la fécondation homogame naturelle, qui permet la conservation de ces lignées pures. Tandis que la plupart des lins sauvages présentent plusieurs types de fleurs dont les organes sexuels ne mûrissent pas simultanément « dichogamie » ce qui entraîne la fécondation croisée, les lins cultivés ont des fleurs d'un seul type, disposées pour l'autofécondation. La pollinisation a lieu au moment même de l'ouverture des fleurs. Il est bon toutefois de se rappeler que les climats froids favorisent l'homogamie, que les climats tempérés ou chauds déterminent parfois la dichogamie et il y aurait lieu, pour ce qui concerne le Nord de l'Afrique, d'étudier de près le mode de pollinisation naturelle des lins indigènes et des lins importés.

D'ailleurs l'autofécondation n'est pas sans exceptions pour les lins cultivés en Europe. Les fleurs possèdent des nectaires qui attirent les insectes, mais ceux-ci visitent surtout les fleurs par-dessous sans circuler parmi les anthères et les stigmates. Le vent, en entrechoquant les fleurs peut aussi provoquer quelques fécondations croisées. L'observation montre qu'il existe des lignées hétérozygotes dans les populations de lin cultivé. Il faut donc faire un choix judicieux des individus destinés à former des têtes de lignées.

M. Blaringhem indique une série de précautions à prendre pour éliminer de ce choix les individus qui ont des chances d'être des hétérozygotes et de donner des disjonctions dans leur descendance. Il faut choisir des plantes qui présentent, à l'épanouissement des fleurs, des stigmates bien enrobés de pollen, des anthères bien développées, du pollen uniforme avec un faible pourcentage de grains avortés, des fruits régulièrement noués dès le début de la formation de la grappe, des graines pleines. On vérifie l'homogénéité des descendances des individus choisis comme têtes de lignées. Cette épreuve n'est même pas suffisante, car M. Blaringhem a constaté que des individus d'une lignée, morphologiquement semblables, peuvent constituer des génotypes différents ne se comportant pas de la même manière dans leur croisement avec une autre lignée pure. Il faudrait donc soumettre une lignée à l'épreuve du croisement avec une autre lignée pure servant en quelque sorte de réactif.

Le même auteur cite, comme caractères distinctifs des lignées : la longueur de la tige, la densité de la grappe, la longueur des pédoncules des

---

(1) Blaringhem. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, T. 172 et 173, 1926. *Revue de Botanique appliquée*, Paris 1923-1924 1926.

premiers fruits, l'écartement des sépales par rapport au fruit, la forme des capsules mûres, la largeur des fausses cloisons, ou « septa » qui séparent les graines dans chaque loge, la présence ou l'absence de cils sur le bord des septa.

Il a constaté, dans les cultures comparatives de « lins de tonne » et de « lins indigènes » que la production de plantes à capsule globuleuse et à septa ciliés tend à s'accroître au cours des années. La dégénérescence des lins à fibres importés de Russie en France, tiendrait donc à deux causes : une action physiologique du climat, sans doute réversible, inévitable, et une modification dans la proportion des diverses formes qui composent le mélange, qui s'explique par la prédominance des types mûrissant le mieux leurs graines. Cette dernière cause de dégénérescence paraît pouvoir être éliminée par la culture de lignées pures.

Directives de la sélection. — Les qualités des lins textiles n'apparaissent guère qu'au moment du rouissage, du teillage et du peignage : gonflement régulier et rapide des écorces, virage régulier des teintes, facilité du teillage, rendement en filasse et étoupe, longueur et ténacité des fibres.

On admet que ces qualités correspondent à des caractères morphologiques : longueur et souplesse de la tige, épiderme lisse, à toucher un peu gras, absence de ramifications à la base, réduction des ramifications de tête. On conçoit facilement l'importance de l'allongement de la tige au-dessous de la grappe florale, puisque la longueur des fibres en dépend; quant aux autres facteurs de la qualité et du rendement, il faut en faire la vérification expérimentale et savoir que la densité du semis, la fertilité du sol, les conditions de climat pendant la végétation les feront varier dans d'assez larges limites d'une année à l'autre. La comparaison d'un certain nombre de lignées, en culture normale, pendant plusieurs années, est nécessaire pour reconnaître les meilleures.

RÉSULTATS OBTENUS AU SERVICE BOTANIQUE DE TUNISIE

La première culture de « Lin de Riga » date de 1919-1920. Dans une culture d'essai, destinée à déterminer les meilleures conditions de préparation du sol, d'engrais, de densité du semis, il fut procédé à la recherche de pieds pouvant servir de têtes de lignées.

Un certain nombre de plantes, remarquables par leur taille élevée, leur tige mince, lisse, peu ramifiée, leur précocité, furent recueillies et multipliées, les années suivantes, par culture pédigrée. La faible production de graines par pied rend la multiplication assez lente; il faut plusieurs années pour que l'on dispose de la quantité de graines suffisante pour entreprendre une culture normale. Au cours de cette multiplication, par

semis en lignes, il est difficile d'apprécier les qualités industrielles des groupes à l'étude. Un certain nombre de lignées furent cependant éliminées chaque année, en raison de défauts apparents, ou, tout au moins, de particularités jugées désavantageuses.

Un premier essai de culture normale fut tenté en 1925-1926. Des vents violents, survenus au moment de l'apparition des premières fleurs, desséchèrent complètement les extrémités des tiges et nous firent craindre une perte complète de la fructification; le développement rapide de nouveaux ramaux rétablit une floraison et une fructification normales, mais cet accident ne nous permit pas de faire état de la récolte comme lin à filasse.

Un deuxième essai de culture fut exécuté en 1926-1927, dans les conditions suivantes : 7 lignées, chacune sur deux ares; sol parfaitement ameubli, depuis très longtemps sans engrais; semailles le 20 novembre 1926, à raison de 1 kg. 5 de graine à l'are; levée régulière, arrachage à la main de quelques crucifères et surtout d'un alpiste ***Phalaris cœrulescens,*** qui a causé quelque dommage dans deux parcelles; floraison à peu près régulière de toutes les parcelles du 20 au 30 mars; début du jaunissement des tiges à partir du 15 avril, à des dates un peu variables suivant les lignées; récolte du 25 au 30 avril; mise en bottes immédiate et séchage à l'ombre, sous un hangar.

Après égrenage, les bottes de paille furent réunies en balles de 25 à 30 kg. et expédiées aux « Etablissements Feuillette », à Goderville (Seine-Inférieure), qui ont bien voulu se charger de faire le rouissage et le teillage des sept lots. Nous leur exprimons tous nos remerciements pour cette précieuse et bénévole collaboration. Le tableau suivant résume les résultats agricoles et industriels donnés par cette culture d'essai.

Lignées	HAUTEUR moyenne des tiges	RENDEMENT A L'ARE				OBSERVATIONS
		Paille brute	Paille rouie	Filasse	Filasse % de paille	
	mètres	kilogr.	kilogr.	kilogr.		
9.....	0.85	42	34	5.350	12.73	tardif, vert au 15 avril
18.....	0.70	26.500	20 750	3.225	12.05	enherbé
10.....	0.80	46.500	31.750	5.150	11.02	jaunit au 15 avril
1.....	0.66	40	32	4.100	10.25	maturation irrégulière
13.....	0.76	32	23.500	3.150	9.84	tardif, vert au 15 avril
11.....	0.80	52 500	42	5 100	9 71	id.
3.....	0.65	25.500	19	2.150	8 43	très enherbé
Moyenne	0.75	37.850	29	4.032	10.58	

Les conditions dans lesquelles cette culture de lin a végété sont plutôt médiocres : le sol, fortement argileux, n'a reçu aucun engrais depuis longtemps; l'année agricole 1926-27 est une des plus sèches qu'ait connues la Tunisie (315 m/m de pluie au Service Botanique); les vents violents du début d'avril ont arrêté la végétation.

Malgré ces circonstances défavorables, le lin a beaucoup moins souffert que les céréales. Si l'on excepte les parcelles 3 et 18, fortement envahies par l'Alpiste, les rendements bruts en paille varient de 32 kg. à 52 kg. 5 par are. En France, on considère comme moyenne une production de 50 quintaux à l'ha; il semble bien que, pour notre région, ce rendement puisse être difficilement dépassé; dans les contrées plus fraîches du Nord de la Tunisie, en sol plus riche, avec l'apport d'engrais, il serait sans doute possible d'obtenir des rendements bruts comparables à ceux de France.

La perte moyenne de poids au rouissage est de 20,7 % du poids brut, ce qui est normal.

Le rendement en filasse pour cent de paille brute varie de 8,43 à 12,73; trois lignées (9, 10 et 18) se distinguent nettement par un rendement plus élevé, supérieur à 11 %. Parmi ces trois lignées, deux n'ont pas eu à souffrir de l'envahissement par l'herbe et donnent le poids de filasse le plus élevé : 5 kg. 350 et 5 kg. 150. Ce rendement est loin de correspondre à celui que l'on considère comme normal en France et qui est de 800 kg. de filasse pour 5.000 kg. de paille, soit 16 % du poids de la paille brute.

Dans l'ensemble, les résutats de la récolte 1927 permettent les conclusions suivantes :

1° Le rendement en filasse varie beaucoup d'une lignée à l'autre, même entre lignées provenant déjà d'une sélection basée sur les caractères extérieurs. L'utilité d'isoler les meilleures lignées par culture pédigrée et par essais comparatifs paraît indiscutable;

2° Le rendement de filasse pour cent de paille brute reste faible, même dans les meilleures lignées et il semble bien que les variétés de lin textile cultivées dans le Nord de l'Afrique ne peuvent donner un rendement en filasse comparable à celui du lin cultivé en France;

3° Le rendement en paille brute est relativement faible, mais en raison de la sécheresse de l'année de culture et de l'absence d'engrais, il paraît possible d'escompter une amélioration sensible de ce rendement;

4° Le développement de l'herbe, même tardivement, dans les cultures de lin, réduit beaucoup le rendement en paille.

Nous continuons à cultiver les trois meilleures lignées en vue d'un nouvel essai, dans quelques années. Nous serons alors en mesure de mettre en comparaison des lignées pédigrées obtenues de lins de diverses régions de Russie (gouvernements de Perm, Smolensk, Novgorod, Pskoff, Jaroslaw, Witebsk, Vologda). Quelques-unes de ces lignées se montrent plus élevées que le lin de Riga, mais nous ne pourrons avoir de renseigements sur leur valeur industrielle qu'après essai de culture normale, rouissage et teillage.

Les résultats rapportés ci-dessus ne sont pas très encourageants, mais dans les essais d'acclimatement, plus que dans tous les autres, il ne faut pas se presser de considérer les échecs comme définitifs. Il suffit parfois d'une introduction ou d'une variation heureuse pour que le problème soit résolu. La plus grande difficulté de ces essais de lin textile vient de la nécessité de soumettre les récoltes à des essais industriels pour être fixé sur la valeur des lignées.

La culture du lin trouve, dans le Nord de l'Afrique, certaines conditions de succès : réussite facile des semis, absence de gelées, végétation rapide qui exclue les risques d'échaudage, manque de cultures industrielles à comprendre dans les assolements.

Elle y rencontre comme principales difficultés : enherbement de beaucoup de terres, inexpérience de la main-d'œuvre, durcissement parfois très grand du sol, qui rend l'arrachage pénible et onéreux.

Cette culture n'a quelques chances de réussite que sur des terres très propres, riches et fraîches. Même dans ces conditions, il est à craindre que la grande luminosité, la siccité de l'atmosphère, les brusques élévations de température, les vents chauds qui surviennent parfois à l'époque de la maturation du lin ne soient des causes assez fréquentes d'une forte lignification des tiges, de la diminution du rendement et de la qualité du produit. Il ne faut pas oublier que les meilleurs lins textiles se récoltent dans les régions humides à ciel brumeux.

La sélection semble pouvoir obvier, dans une certaine mesure, à la dégénérescence des lins textiles sous notre climat, mais il faut bien reconnaître que, jusqu'à présent, elle ne nous a pas permis d'isoler des lignées de valeur industrielle moyenne. La plus grande circonspection est donc encore à conseiller quant aux cultures de lins industriels dans nos régions.

F. BŒUF

PRINCIPES DE LA SÉLECTION DU COTONNIER

Rapport présenté à la Journée du coton, Alger, janvier 1928

Nécessité de la sélection. — Le Nord de l'Afrique cultive deux espèces de cotonniers :

le *Gossypium hirsutum* L., auquel appartiennent les variétés dites à courtes soies ou « cotons américains », et

le *Gossypium barbadense* L., dont les variétés, dites à longues soies, sont improprement appelées « cotons égyptiens », car cette espèce est originaire de l'Amérique comme la première.

Les Etats-Unis cultivent des variétés des deux espèces. La première, après avoir été la culture dominante en Egypte, il y a un siècle, a cédé la place aux variétés à longues soies qui constituent actuellement la production de beaucoup la plus importante de l'Egypte. Ce remplacement d'une espèce par l'autre a été progressive et toutes deux se sont trouvées pendant longtemps en contact, souvent en mélange, comme dans leur pays d'origine.

Ces deux espèces appartiennent au même groupe de cotonniers (on distingue au point de vue cytologique un groupe américain et un groupe asiatique) et s'hybrident entre elles avec la plus grande facilité. Les fleurs étant largement ouvertes, grandes, visitées par les insectes, exposent leurs étamines à l'action du vent, les cas d'hybridation sont très fréquents lorsque les deux espèces sont voisines. Il ne faut donc pas s'étonner qu'ils aient été tellement nombreux en Amérique, en Egypte et même dans le Nord de l'Afrique, qu'il est à peu près impossible de trouver actuellement une culture constituée par une espèce pure.

Ce que nous cultivons sont des mélanges de formes de cotonnier issues de l'hybridation des deux espèces botaniques et du croisement des nombreuses variétés de chaque espèce.

Tout mélange de formes végétales donne un produit non homogène, grave inconvénient au point de vue industriel; en outre, il est instable parce que les proportions respectives des diverses formes se modifient chaque année et parce qu'il se produit de nouvelles hybridations d'espèces et de nouveaux croisements de variétés.

Cet état de choses très préjudiciable, tant au point de vue cultural qu'au point de vue industriel, a rendu nécessaire la sélection suivie et ininterrompue du cotonnier.

L'histoire de cette culture aux Etats-Unis et en Egypte, montre que des

variétés nouvelles sont successivement obtenues et abandonnées. Pour les cotons à longues soies, par exemple, on peut citer : Mit-afifi 1883, Abassi 1891, Yanovitch 1899, Nubari 1907, Sokellaridis 1909, Assilli 1910, Super Sakel comme variétés qui ont eu les faveurs des planteurs égyptiens; en Amérique, les Yuma 1908 et Pima 1910 issus également du Mit-Afifi.

La durée d'une variété ne semble guère dépasser dix ans.

La sélection est donc indispensable au maintien des qualités d'une variété de cotonnier. On peut même dire qu'elle s'est montrée insuffisante pour les stabiliser; cette insuffisance tient d'ailleurs, pour une part, aux méthodes de sélection longtemps pratiquées et, pour une autre part, aux risques de fécondation croisée entre variétés cultivées au voisinage l'une de l'autre et aux mélanges de graines dans les usines d'égrenage.

L'obtention et la conservation d'une variété pure requièrent : une bonne méthode de sélection, des précautions pour éviter les mélanges et les croisements.

I. — TECHNIQUE DE LA SÉLECTION

On peut envisager plusieurs méthodes de sélection pour aboutir à la pureté d'une culture :

a) « élimination des impuretés »:

b) « **choix de pieds mères** » correspondant aux types recherchés et destinés à fournir la semence. Ces deux méthodes (**a** et **b**) constituent la sélection en masse;

c) « **séparation des types botaniques purs** » et par conséquent stables ou « sélection généalogique ».

Quelle que soit celle des méthodes adoptée et nous verrons qu'elles ne s'excluent pas l'une de l'autre, il faut également avant tout déterminer le type de cotonnier qu'il convient de considérer comme désirable. Pour éliminer ou choisir, il est nécessaire de savoir ce qu'il faut considérer comme mauvais et comme bon. Cette appréciation des défauts et des qualités des cotonniers n'est pas la partie la plus simple du problème de la sélection.

I. — Bases de la sélection. — Le but poursuivi est d'augmenter le rendement et la qualité du produit.

Le maximum de l'un peut ne pas être compatible avec le maximum de l'autre, et, dans ce cas, il faut se contenter d'un « optimum économique », c'est-à-dire du plus haut rendement en argent.

Caractères morphologiques et physiologiques. — Les caractères des deux espèces de cotonniers qui intéressent le Nord de l'Afrique sont assez bien connus pour que l'on puisse établir pour chacune d'elles une sorte de « fiche descriptive » à laquelle il y a lieu de se reporter comme première directive de la sélection; port de la plante, couleur et forme des feuilles, des tiges, des fleurs, des bractées, des capsules, etc., sont assez distincts pour

que l'on puisse toujours reconnaître les individus se rapprochant du type de chaque espèce.

Les difficultés deviennent plus grandes quand il s'agit de distinguer les variétés de chaque espèce. Elles sont différenciées par des degrés dans les caractères morphologiques, par des caractères physiologiques comme la précocité ou la productivité, par la qualité des fibres.

La description devient insuffisante et peu pratique pour établir des degrés dans les caractères morphologiques; il est bon de constituer une série de types qui serviront « d'étalons de comparaison » numérotés suivant une échelle arbitraire.

Par exemple, une collection de types de graines contenues dans des tubes est très commode pour apprécier la couleur et la forme de la graine, l'abondance et la couleur du duvet; de même une collection de moulage de capsules, avant leur déhiscence, permet de classer très vite les fruits en leur attribuant le numéro correspondant.

La précocité ne peut être mesurée que par le tableau des floraisons journalières et celui de l'ouverture des capsules.

Une attention toute particulière doit être donnée aux caractères morphologiques et physiologiques qui constituent des « facteurs de rendement ».

Le rendement étant le poids de coton-fibre à l'hectare, il dépend d'un grand nombre de facteurs dont l'analyse complète ne saurait être envisagée dès le début d'une sélection.

Il semble que l'on puisse se limiter à exprimer le rendement R par le produit de trois facteurs : nombre N de plantes à l'unité de surface, nombre moyen C de capsules par pied, poids moyen F de fibres par capsule.

$$R = N \times C \times F$$

Le nombre de pieds N dépendant du cultivateur, il suffit de déterminer le nombre de capsules qui arrivent à maturité et leur rendement en fibres. Le nombre de capsules mûrissant aux différentes dates de cueillette indique la précocité.

Quand il s'agit d'une récolte de quelque importance, il n'est guère possible de déterminer le poids de fibres par capsule, on remplace cette indication par l'indice-fibre (lint-index) qui est le poids de fibres fourni par 100 grains. On le calcule de la manière suivante :

L'égrenage permet de connaître le pour cent de fibres et le pour cent de graines dans la récolte; on détermine ainsi le poids moyen de 100 graines nues.

$$\text{Poids de 100 graines vêtues} = \frac{\text{Poids de 100 graines nues} \times 100}{\%\text{ de graines}}$$

$$\text{Indice-fibre} = \frac{\text{Poids de 100 graines nues} \times 100 \times \%\text{ de fibres}}{\%\text{ de graines}}$$

Beaucoup de caractères morphologiques, particulièrement ceux qui influent sur le rendement, sont fluctuants, c'est-à-dire que leur valeur oscille autour d'une moyenne avec des écarts plus ou moins importants et plus ou moins nombreux. Ils varient, entre certaines limites, selon les conditions

du milieu sol-climat. L'étude biométrique de ces caractères au moyen des courbes de fréquence devient alors nécessaire pour les définir et apprécier leur variabilité.

Certains de ces caractères présentent entre eux une corrélation positive ou négative. C'est ainsi que le mode de ramification des plantes, leur disposition à donner des branches végétatives ou des branches fructifères, est en relation avec le nombre des capsules et probablement avec la précocité. La connaissance de ces corrélations facilite la sélection.

Qualités industrielles. — Elles dépendent de la longueur des fibres, de leur élasticité, de leur résistance, de leur diamètre et de leur vrillage ; ces mesures ne peuvent être exécutées qu'au laboratoire; on leur substitue souvent l'expertise commerciale qui classe les lots en supérieurs, normaux et inférieurs.

Le premier soin du sélectionneur est donc de rechercher, dans la variété mélangée qu'il désire améliorer, le type de plante qui lui paraît le mieux répondre à ses desiderata. Bien entendu, il lui sera difficile de trouver toutes les qualités réunies sur les mêmes individus et il devra souvent se contenter de noter, d'une part les défauts qu'il veut éliminer, d'autre part les qualités qu'il veut faire prédominer. Cette première appréciation peut d'ailleurs se trouver modifiée par les résultats des années suivantes qui le renseigneront sur le degré d'hérédité des caractères sur lesquels il a porté son attention.

II. — Elimination des impuretés. Elle consiste à *éliminer* des cultures les plantes qui ne correspondent pas à la variété. Cette suppression des pieds aberrants n'est possible en grande culture que si elle se limite aux formes nettement différentes de la variété, par exemple aux pieds de « cotonnier américain » dans une culture de « cotonnier égyptien », aux pieds généralement plus hauts et peu fertiles, dont la stérilité partielle trahit la nature hybride. Cette sélection, fort incomplète, qui n'agit guère sur l'amélioration de la variété, devrait cependant être pratiquée par les cultivateurs de coton. Elle est rapide, ne détruit qu'une proportion infime de pieds, mais présente le gros avantage de faire disparaître de la récolte des fibres qui attireront l'attention des acheteurs par leur couleur, leur plus faible longueur et qui déprécieront la marchandise bien au-delà de leur valeur intrinsèque.

La sélection en masse sur les *parcelles destinées à fournir la semence* peut être plus sévère et doit alors être faite par une personne expérimentée connaissant bien les caractères morphologiques des plantes à éliminer. Elle est insuffisante pour épurer complètement une variété, mais elle peut l'améliorer dans une large mesure en augmentant l'homogénéité des produits. Le pourcentage des plantes supprimées varie beaucoup suivant le degré initial d'impureté de la culture, mais la meilleure preuve de l'efficacité de la méthode est la diminution progressive du pourcentage de pieds supprimés au cours des années.

Nous avons eu l'occasion d'appliquer cette méthode pendant les trois années qui ont précédé la guerre sur les cultures de cotonnier faites en Tunisie. Des contrats passés entre la Direction Générale de l'Agriculture et quelques cultivateurs autorisaient cette épuration des cultures moyennant une indemnité correspondant au pourcentage de pieds arrachés. L'Administration prenait livraison de la récolte, procédait à l'égrenage, rendait les fibres aux producteurs et conservait les graines pour les distribuer l'année suivante comme semences.

Cette intervention de l'Etat, jugée utile au début des tentatives de culture de cotonnier, ne pourrait guère être maintenue avec l'extension de la culture; il appartient aux coopératives de producteurs d'opérer cette sélection en masse, peu coûteuse, qui assure la production des semences sélectionnées nécessaires à leurs cultures.

Si imparfaite que soit cette méthode, elle constitue déjà un énorme progrès sur l'emploi de semences tout venant, parfois mélangées à l'égrenage et donnant une récolte dont l'hétérogénéité est appelée à s'accroître chaque année. Cette sélection en masse, faite pendant plusieurs années par des agents compétents, amène la culture à un degré d'homogénéité très satisfaisant et réussit à le maintenir. Bien entendu on doit la continuer indéfiniment sous peine de voir la production dégénérer comme qualité par la multiplication des types indésirables.

Elle s'impose également dans les cultures pures obtenues par d'autres méthodes, afin de supprimer rapidement les plantes étrangères qui ont pu apparaître accidentellement. Elle est alors facilitée par l'homogénéité même de la culture sur laquelle tranchent les pieds étrangers.

III. — Sélection des pieds mères. — Un autre mode de la sélection en masse consiste à choisir, dans la culture à épurer, un certain nombre de pieds correspondant au type à multiplier, à les récolter à part et à employer leurs graines en mélange comme semences.

Le choix des pieds mères nécessite une connaissance parfaite des caractères devant servir de base à la sélection et du comportement des plantes issues de croisement. Il faut savoir, en effet, que lorsque deux variétés sont croisées entre elles, la première génération est constituée par des individus qui se ressemblent entre eux et qui présentent la particularité d'être très vigoureux et très fructifères. Ils doivent nécessairement attirer l'attention d'un sélectionneur non averti qui les choisira comme porte-graines.

Les graines issues de ces pieds donnent une deuxième génération dans laquelle se produisent toutes les combinaisons de caractères parentaux. Il en résulte une grande diversité de formes et cette hétérogénéité de la culture se continuera, tout en se modifiant, pendant les générations suivantes.

Il importe donc de ne pas récolter d'hybrides de première génération comme pieds mères. Ils se signalent par leur vigueur exceptionnelle; ils sont également reconnaissables en ce qu'ils totalisent les caractères dominants des deux parents, ce qui permettrait de les distinguer si ces parents étaient connus.

Cette première génération est généralement représentée, dans une culture, par un petit nombre d'individus, correspondant aux fécondations croisées qui ont pu se produire l'année précédente. Le moyen le plus simple d'éviter leur récolte comme pieds mères est donc de porter son choix sur des pieds dont le type est assez abondant dans la culture et d'en exclure les individus exceptionnellement vigoureux.

Quelle que soit la connaissance que l'on ait des particularités qu'il convient de rechercher chez les pieds mères, il est assez difficile de rencontrer beaucoup d'individus qui totalisent ces qualités: les uns se signaleront par une abondante fructification, d'autres par un mode de végétation et de ramification satisfaisant, d'autres par leur précocité, etc. L'on sera presque toujours amené à constituer plusieurs lots de pieds mères en groupant dans chacun les individus qui paraissent identiques. Ce choix peut être pratiqué dans les champs, l'appréciation des qualités des fibres se bornant à un examen sommaire de leur longueur et de leur résistance entre les doigts sur des capsules de grosseur et de maturité moyennes.

Les récoltes correspondant à chaque lot sont égrenées et leurs graines employées l'année suivante comme semences sur des parcelles de surface appropriée.

L'examen de ces cultures demande à être fait avec beaucoup de soin. Certains lots se montrent hétérogènes, résultat de la nature hybride des pieds mères et sont éliminés. D'autres sont assez homogènes et ne présentent qu'une faible proportion de pieds aberrants. Ceux-ci sont supprimés aussitôt que possible. L'examen des fibres des récoltes est faite avec plus d'attention au laboratoire et l'on détermine la proportion et la qualité des fibres, l'index-fibre. Il devient ainsi possible de comparer les différentes parcelles entre elles sous le double rapport de la productivité et de la qualité des fibres.

En répétant cette épuration des récoltes pendant plusieurs années on arrive à constituer une sorte d' « élite », ne correspondant pas à un type pur, mais formée d'un mélange de types voisins les uns des autres, présentant des qualités satisfaisantes, dont on élimine les principales défectuosités. Il ne reste plus qu'à la multiplier pour la faire passer en grande culture.

Cette méthode de sélection par le *choix des pieds mères* avec *séparation des formes* aboutit à une amélioration plus grande que la sélection en masse par élimination des impuretés exposées précédemment, mais ses résultats ne sont pas définitifs parce que la culture reste constituée par un mélange de types entre lesquels se produisent ultérieurement des croisements, entraînant à nouveau l'hétérogénéité du produit.

Appliquée à des plantes autofécondes, comme le blé et l'orge, cette méthode peut donner des résultats qui se conservent assez longtemps; il n'en est plus de même pour le cotonnier exposé à la fécondation croisée; il est alors nécessaire de continuer constamment les cultures d'élites et de ne pas pousser la multiplication en grande culture au-delà de quelques générations.

Cette méthode est aussi compliquée que celle de la sélection généalogique dont nous allons parler, elle est moins sûre, ne donne pas un résultat définitif; aussi la considérons-nous comme peu recommandable lorsqu'elle s'applique à l'épuration d'une culture mélangée. Elle trouve, par contre, sa place dans la conservation de la pureté d'une population pure isolée par sélection généalogique.

IV. — Sélection généalogique. — Elle consiste dans l'isolement des descendances de chacun des pieds initiaux choisis comme pieds mère et le choix de lignées pures, homogènes et stables. Au point de vue de la complication, elle ne se distingue de la méthode précédente que par la culture, en lignée séparée, de chaque pied choisi comme porte-graines et par les précautions qu'il est nécessaire de prendre pour éviter les fécondations croisées. Le sélectionneur est largement récompensé de ces soins par la précision apportée dans toutes les opérations et par la stabilité du résultat obtenu.

La première opération consiste à choisir les pieds mères en utilisant les bases de sélection que nous avons citées.

Le fait que chaque pied donnera une descendance qui restera isolée permet de donner à ce choix plus de latitude et plus de précision.

Il convient par exemple de recueillir toutes les formes paraissant intéressantes, même celles qui se trouvent en petite proportion, au risque de tomber sur des hybrides. Cela ne présente plus aucun inconvénient, puisque les lignées hétérogènes pourront être éliminées ultérieurement, et offre le gros avantage de ne pas laisser échapper des formes intéressantes, même rares, qui peuvent très bien donner, soit immédiatement, soit par de nouvelles sélections dans leur descendance, des types doués d'excellentes qualités.

Une lignée présentant un seul des caractères recherchés, par exemple la longueur des fibres ou la précocité, associé à d'autres caractères défectueux, par exemple la faible productivité, peut être utile dans la suite en vue de croisements ultérieurs.

L'examen des fibres des pieds mères au laboratoire permet d'éliminer tous ceux qui ne présentent pas des qualités commerciales satisfaisantes.

Le choix de pieds mères est réalisé de la façon suivante :

La culture de cotonnier est visitée au début de la floraison, c'est-à-dire à l'époque où la plupart des caractères végétatifs sont visibles. Les pieds choisis sont marqués d'une étiquette portant un numéro. Sur un cahier on note, sous le même numéro, les caractères constatés.

Pour éviter toute fécondation croisée, une dizaine de boutons floraux, sur le point de s'ouvrir, sont enfermés dans des sachets protecteurs en papier parcheminé ou en gaze fine. Nous employons des sachets analogues à ceux que les Monopoles utilisent pour le sel fin; une ficelle retient les bords du sachet serrés sur le pédoncue floral. Ces sachets de papier ont un inconvénient : la chaleur qui s'accumule à l'intérieur provoque assez souvent la dessiccation de la fleur. Il faut faire coïncider leur mise en place avec une

irrigation de la culture afin de diminuer le pourcentage d'insuccès. Des sachets en toile ou en gaze seraient préférables; il faut que leurs dimensions soient telles que la corolle ne puisse pas s'épanouir afin d'empêcher la fécondation par du pollen transporté par le vent.

Tous les sachets posés sur le même pied, en une ou plusieurs fois, portent le numéro du pied. On les laisse en place, car ils ne semblent pas gêner le développement de la capsule et constituent un excellent moyen de signalisation.

Les observations complémentaires, relatives à l'ordre de floraison et de maturation, au nombre des capsules, etc., sont portées sur le cahier d'observations en temps opportun.

Il ne faut pas craindre de faire porter le choix sur un nombre assez élevé de pieds mères afin d'augmenter les chances d'obtention de lignées pures. Pratiquement, deux ou trois cents pieds peuvent être ainsi choisis et préparés en quelques jours.

Les récoltes successives des capsules non ensachées sont faites en temps voulu et placées dans un sac pour chaque pied, en même temps que notées sur le cahier. Les capsules ensachées sont recueillies, avec leur sachet, à la fin de la cueillette et jointes telles quelles à la récolte.

L'examen des fibres a lieu au laboratoire à loisir. Il porte uniquement sur les fibres provenant de capsules non ensachées, les seules qui se soient développées dans des conditions normales. Il comprend l'examen de la longueur des fibres, de leur régularité à ce point de vue, de leur résistance appréciée à la main, des pourcentages de fibres et de graines, de l'index-fibre. Il paraît peu utile de pousser l'analyse plus loin pour cette première année, car il s'agit surtout d'éliminer les pieds donnant des produits très inférieurs, dont il ne faut pas encombrer les cultures pédigrées ultérieures.

Pour les pieds retenus, on égrène les capsules ensachées dont on met les graines à part (un sachet par pied) afin de les réserver comme semences.

Les graines des capsules non ensachées ne doivent pas être semées, car elles ont pu être fécondées par un pollen étranger.

La *première année de culture* les graines autofécondées de chaque pied sont semées individuellement sur une ligne. Il n'y a aucun inconvénient à placer ces lignées côte à côte, il suffit de les étiqueter soigneusement. Plusieurs cas peuvent se présenter :

Premier cas. — Une lignée est constituée par des pieds qui se ressemblent tous et ressemblent au pied initial. Elle est pure, homozygote et se reproduira probablement semblable à elle-même dans les générations ultérieures. Pour être sûr de l'homogénéité d'une lignée, il est nécessaire de porter son attention sur tous les caractères morphologiques et physiologiques. Il faut vérifier à la récolte les caractères des capsules et des fibres. Il est même nécessaire d'établir des courbes de fréquence de quelques caractères fluctuants, par exemple le nombre des capsules par pied, le poids des capsules, le rapport $\frac{\text{longueur}}{\text{largeur}}$ de ces dernières. Ces déterminations doi-

vent être répétées pendant plusieurs années, ce qui permet, par l'étude des corrélations entre les courbes de variabilité du même caractère au cours de ces générations successives, de connaître le degré d'hérédité des caractères qui constituent des facteurs du rendement.

Les lignées n'ayant pas été éloignées les unes des autres, il est nécessaire d'ensacher un certain nombre de fleurs destinées à fournir des semences autofécondées qui seront seules semées l'année suivante. Sur une lignée qui paraît homogène il ne faut pas hésiter à ensacher beaucoup de fleurs pour avoir une importante récolte de graines autofécondées.

Les lignées pures que l'on rencontre ainsi la première année de culture sont rares; certaines d'entre elles se disjoignent les années suivantes surtout si elles proviennent d'une hybridation entre espèces et non d'un croisement entre variétés de la même espèce.

Deuxième cas. — Une lignée est hétérogène, formée de pieds différents les uns des autres. Il faut ensacher des fleurs sur des pieds présentant des types intéressants, absolument comme on l'a fait lors de la recherche des pieds mères. Une telle lignée provient d'un pied initial de nature croisée ou hybride qui se disjoint en un certain nombre de types présentant les diverses combinaisons des caractères des parents. Les travaux de Mendel nous apprennent qu'un certain nombre de ces descendants sont homozygotes et stables, que d'autres sont hétérozygotes et se disjoindront à leur tour. En répétant chaque année l'ensachage d'un certain nombre de fleurs pour assurer leur autofécondation on arrive à isoler des lignées homozygotes.

En résumé, les capsules ensachées fournissent des semences autofécondées, seules semées; les capsules non ensachées des fruits normaux servant à l'étude des caractères des capsules et de la fibre.

Les semences des lignées stables obtenues ainsi, soit dès la première année de culture, soit au cours des années suivantes, sont soigneusement mises à part en vue des essais comparatifs.

Essais comparatifs. — A partir du moment où l'on dispose d'une lignée pure, il est indispensable de la cultiver suffisamment loin de toute autre culture de cotonnier pour éviter de nouvelles fécondations croisées. Il s'agit alors d'apprécier exactement les mérites respectifs des lignées ainsi isolées pour choisir celles qui doivent être mises en grande culture. Ce n'est que par une observation de plusieurs années portant sur les facteurs du rendement et la qualité du produit que l'on peut faire ce choix.

S'il apparaît dans ces lignées pures des pieds anormaux présentant quelque intérêt, il est bon de ne pas les sacrifier, mais d'ensacher une partie des fleurs et de supprimer les autres en boutons. Ces pieds aberrants peuvent constituer des mutations avantageuses; on les traite comme nous l'avons indiqué pour les pieds mères en vue d'isoler des lignées nouvelles et stables.

Nous avons appliqué cette méthode de la sélection généalogique dans les années qui ont précédé la guerre, lorsque la culture du cotonnier avait commencé à intéresser les agriculteurs de Tunisie. Nous avions réussi à séparer quelques lignées paraissant homogènes et intéressantes. L'interruption des travaux pendant la guerre a entraîné la perte de ces premiers résultats. Une nouvelle application de la méthode a été faite depuis l'année dernière sur la variété Pima; on ne saurait préjuger actuellement de ce qu'elle permettra d'obtenir.

***

Les lignées pures qui peuvent être obtenues par la sélection généalogique ne réunissent généralement pas toutes les qualités. Celles-ci sont réparties sur plusieurs d'entre elles. Il faut essayer de corriger les défauts et d'associer les qualités en croisant entre elles les lignées pures.

L'exposé de la technique du croisement ne rentre pas dans le cadre de cette note consacrée à la sélection. Tout ce que nous pouvons en dire c'est qu'il faut appliquer aux produits du croisement la méthode de sélection généalogique, que nous venons d'esquisser, pour arriver à séparer les lignées stables.

Disons également qu'il n'est pas toujours possible de réunir certaines qualités, le développement des unes entraînant la régression des autres; qu'il n'est pas toujours désirable d'obtenir des types vraiment nouveaux dont les particularités gênent souvent les industriels parce que leur matériel est approprié au traitement de fibres de longueur déterminée.

Un exemple de ces deux inconvénients est donné par les travaux de Balls sur l'amélioration du coton en Egypte, rapportés par M. Mosseri (1) :

« La méthode d'addition ou de synthèse (croisement) inaugurée par Balls à la station mendélienne de la Société khédiviale d'Agriculture (aujourd'hui Société sultanienne d'Agriculture), a donné naissance, en 1914, à quatre types de cotons très purs, très intéressants au point de vue des qualités de la fibre. Ce sont les N^{os} 77, 95, 111 et 310. Ils appartiennent, le premier (77) au type Nubari, les deux suivants (95 et 111) au type Assili, et enfin le dernier (310) au type super-sakel, se rapprochant du Sea-Island.

« Malheureusement, les résultats des divers essais poursuivis depuis 1915 dans différents centres n'ont pas favorisé la propagation de ces cotons dans la grande culture, du moins sur une vaste échelle. En effet, si leur qualité a presque toujours été favorablement estimée par les industriels, les agriculteurs leur ont trouvé des défauts sérieux. Ils sont, en général, moins productifs et moins précoces que les types correspondants déjà existants. Leur rendement varie selon les localités et, dans une même localité, subit des fluctuations sensibles suivant les saisons. Enfin, la

(1) Mosseri. *Note sur la purification et l'amélioration des cotons égyptiens. Bulletin de l'Institut d'Egypte*, t. II, session 1919-1920.

faveur dont jouit, depuis quelques années, le type Sakel et sa prédominance sur les types Nubari et Assili font que seul le coton 310 aurait eu quelque chance de se répandre. Mais, d'une part, ce coton est celui qui s'est montré le moins productif. D'autre part, les filateurs, en raison des transformations qu'exigerait, dans leur outillage, le travail de ce coton, ont conseillé de ne le propager que très lentement.

« Ainsi le faible rendement de ces nouveaux types (1), leur tardiveté, qui constitue un sérieux inconvénient étant donné les attaques des vers de la capsule et surtout celle du ver rose qui s'est considérablement multiplié depuis 1912, et enfin, les conditions du marché cotonnier, ont fait que les résultats obtenus par Balls, bien que fort appréciables en eux-mêmes, n'ont répondu qu'en partie aux aspirations des intéressés. »

II. – MAINTIEN DE LA PURETÉ

Théoriquement, une lignée pure, homozygote est indéfiniment stable. Elle n'est susceptible d'aucune amélioration ni dégénérescence, elle ne nécessite donc plus aucune sélection. Pratiquement, il se produit toujours des mélanges accidentels et le danger d'introduction de graines de variétés étrangères est très grand pour le cotonnier parce qu'il suffit de quelques pieds introduits dans une culture pour donner lieu à des fécondations croisées. Le voisinage de cultures de cotonniers d'autres variétés constitue le même danger, le pollen pouvant être transporté très loin par le vent et les insectes.

Le meilleur moyen de garder la pureté d'une variété consiste donc dans l'obligation, pour toute une région, de cultiver une seule variété. C'est ce que les Américains ont imposé à l'Arizona en n'y autorisant que la culture du Pima dans la Selt River Valley. Le Gouvernement égyptien a pris lui-même de sévères mesures destinées à garantir l'authenticité des semences de coton et à éviter les mélanges.

Toutes ces dispositions législatives sont de nature à conserver l'homogénéité des cultures et par conséquent des produits. Elles ne peuvent être suffisantes. Même pour des céréales soumises à l'autofécondation naturelle, comme le blé, les variétés pédigrées finissent par perdre leur pureté, grâce à des mélanges accidentels : graines restées dans les sacs, dans les machines, transportées par les insectes, les oiseaux, les attelages, etc.

Le moyen vraiment efficace de maintenir la pureté d'une variété c'est de n'utiliser que des semences provenant de cultures contrôlées. Il serait donc nécessaire de choisir chaque année, chez les planteurs, les cultures destinées à donner la semence et de les parcourir pour en faire disparaître tous les pieds étrangers ou douteux.

Ces cultures destinées aux semences pourraient d'ailleurs provenir de semences d'élite particulièrement surveillées dans une station.

---

(1) « Il est à remarquer que les filateurs n'ont guère été disposés à accorder au 310 une plus value qui eût pu compenser la perte dans le rendement. »

Voici le cycle que nous avons adopté pour les céréales et qui convient parfaitement au cotonnier.

On choisit (ou l'on prépare) de très beaux pieds appartenant à la variété pure. Les graines de chacun sont semées à part pour former le point de départ des lignées. On supprime celles de ces descendances qui seraient hétérogènes, par suite d'un croisement accidentel. Les graines des autres sont mélangées et semées comme élite. Cette culture d'élite est soigneusement contrôlée et produit des graines livrées à la grande culture (aux producteurs de semences) ou multipliées une année de plus si cela est nécessaire.

En résumé nous associons chacun des trois modes de sélection, mais en les mettant chacun à sa vraie place : sélection généalogique pour isoler une lignée pure, choix de pieds mères dans la lignée pour donner une élite N° 1 (avec suppression des descendances hétérogènes s'il y a lieu), culture de l'élite N° 1 dont on maintient la pureté par la sélection en masse s'appliquant aux rares pieds aberrants introduits accidentellement, on obtient l'élite N° 2 employée en grande culture.

Cette méthode, conforme aux données de la génétique, nous paraît aussi confirmée par l'expérience.

L. GUILLOCHON

Enseignements à tirer des publications étrangères sur l'arboriculture fruitière

Comme l'Algérie et le Maroc, la Tunisie se préoccupe de favoriser la création de vergers par tous les moyens à sa disposition et avec l'aide de ses Services techniques. Cela pour soustraire, dans une certaine mesure, les agriculteurs aux dangers de la monoculture céréaliste, trop exposée dans certaines régions aux aléas d'années déficitaires comme pluviométrie.

Il nous a donc paru qu'il pouvait être utile de documenter les propriétaires tunisiens sur cette question de la culture fruitière, en compulsant les publications américaines qui relatent périodiquement les résultats expérimentaux, utilisés ensuite par les cultivateurs des Etats de l'A- l'Amérique du Nord.

Dans ce but nous nous sommes plus particulièrement documenté dans les travaux des stations californiennes, cet Etat ayant, comme chacun sait, une capitale importance au point de vue du développement de l'Arboriculture fruitière.

Parmi beaucoup d'autres, une question qui nous a paru intéressante, était de rechercher quelle action avaient les stations, officielles ou privées, dans le développement des cultures fruitières américaines.

Les renseignements que nous avons recueillis dans ce but nous permettent de penser que les organismes, officiels et privés, se sont développés simultanément aux cultures, aidant les propriétaires des conseils de leurs agents et les faisant bénéficier de leurs observations et de leurs essais par une très importance publicité : rapports annuels, brochures, plaquettes, tracts, etc., exposant les résultats scientifiques et vulgarisant les meilleures méthodes.

Ces stations sont très largement dotées, pourvues d'un personnel technique spécialisé par catégories de végétaux cultivés : légumes, fleurs, arbres fruitiers, arbres forestiers, arbres d'ornement, sous la direction d'un « horticultural chief ».

A une station principale sont rattachées des stations locales officielles et, en outre, dans certaines régions, ont été créées des sections d'Arboriculture fruitière subventionnées et gérées par les propriétaires. Ces dernières constituent, le plus souvent, des écoles d'application destinées à fournir le personnel technique nécessaire aux exploitants.

L'un de ces principaux organismes officiels est, en Californie, l' « Agricultural Experiment Station » de Berkeley, qui comprend, entre autres divisions, celles de la Floriculture, de la Viticulture et de la Production fruitière, de la Sylviculture, de la Génétique, de la Pathologie, de l'Entomologie et qui est rattachée à l'Université de Californie.

Cette Université coordonne les expériences, non seulement à Berkeley, mais, en ce qui concerne l'Arboriculture fruitière, dans les districts de Gibroy, Rucker, San José, Vacaville, Watsonville et Hayward.

La ferme expérimentale (Experiment Farm) de Berkeley a 55 acres (22 ha 25) plantés d'arbres fruitiers destinés aux recherches et à l'enseignement. Son programme d'expérimentation comprend : des essais de taille sur Abricotiers, Pêchers, Pruniers, Poiriers, Pommiers en pleine production, ainsi que sur des sujets très jeunes en cours de formation et sur des arbres âgés dépérissants, en vue de leur régénération; des études détaillées sur le développement des bourgeons à fruits. Nous présenterons dans un autre chapitre l'exposé des méthodes pratiquées.

Les recherches de conservation par le froid, effectuées à Berkeley, portent sur la capacité de conservation du raisin tenu à différentes températures; celle des poires et des pommes sur l'influence de l'état plus ou moins sain de l'arbre qui a produit les fruits soumis à l'expérience, et du degré de maturité que présentent ces derniers au moment de la récolte.

L'Institut Agricole « Hilgard Hall », possède le meilleur matériel expérimental des Etats-Unis pour la conservation des végétaux par le froid.

Le programme d'études relatif au séchage des fruits comporte :

1° Une enquête sur l'industrie du séchage dans l'Etat;

2° La standardisation des méthodes de séchage;

3° L'étude du matériel nécessaire;

4° L'étude des effets de l'obscurité dans laquelle le fruit achève de mûrir au séchoir après la superposition des claies;

5° L'étude des effets du soufrage sur les tissus du fruit et son influence éventuelle sur le goût du produit.

Comme recherches diverses, il y a lieu de mentionner : les essais de pulvérisation contre les insectes et les maladies cryptogamiques, l'étude des maladies physiologiques, les expériences entreprises par l'application de remèdes (fumigations) directs contre les insectes xylophages et l'utilisation des enduits protecteurs pour la cicatrisation des blessures consécutives à la taille ou à des accidents divers.

Enfin les données phénologiques (1) pour chaque genre de fruits.

Les sections d'arboriculture qui dépendent de la station de Berkeley, enregistrent sur des cartes et sur des fiches des observations de tous ordres

---

(1) *Phénologie :* Etude des phénomènes périodiques du règne végétal régis directement ou indirectement, par la périodicité des facteurs cosmiques et surtout par ceux qui dépendent de la marche annuelle de la température.

concernant chaque genre de fruits cultivés dans les vergers des fermes dirigées par l'Université : comportement des végétaux, maladies, insectes, rendements, valeur gustative des fruits, leur valeur commerciale, leur valeur industrielle après transformation.

Les collections comprenant le plus de variétés sont :

Abricotiers	40 variétés	**Amandiers**	30 variétés
Cerisiers	40 —	**Pêchers**	85 —
Pommiers	30 —		

A la station d'essais de Davis, les expériences sont plus spécialement du domaine de la culture, elles portent sur :

a) Essais de labourage et de culture;

b) Amélioration des terres de vergers par couverture de paille, fumures sans labours, fumures avec labours;

c) Essais d'irrigation de vergers, en collaboration avec la station d'études des irrigations de l'Université;

d) Expériences de longue durée en vue de déterminer l'espacement le meilleur et le plus avantageux des plantes d'arbres fruitiers, et spécialement pour les Cerisiers, Pêchers, Poiriers, Pommiers.

* * *

Par ce rapide exposé de l'organisation de l'une des principales stations arboricoles américaines, l'on peut se rendre compte de l'esprit de méthode qui préside en Amérique aux recherches d'ordre scientifique pour l'amélioration des végétaux : à la base, un programme scientifique établi par l'Université; les organismes techniques « stations » réalisant et faisant l'application des méthodes indiquées.

Chaque station a une tâche qui correspond plus particulièrement à la climatérie de la région, à la nature du sol dont elle dispose, à l'altitude du lieu où elle se trouve. Pour certaines, les recherches sont d'ordre presque exclusivement physiologique, pour d'autres d'ordre cultural; mais quel que soit le programme à réaliser, le personnel est toujours spécialisé et nombreux.

Les laboratoires ont aussi leur rôle dans l'étude de la valeur des fruits, leur conservation, leur transformation en produits industriels : séchés, confits, stérilisés, etc.

Cette division du travail, qui pourrait faire craindre la dispersion des efforts et, par conséquent, leur inanité, a comme corollaire une collaboration étroite entre les différents services de laboratoire et de recherches dans les stations de culture.

Il en résulte que chaque question posée est étudiée et résolue au quadruple point de vue : scientifique, cultural, technologique et commercial (emballages, transports, tarifs commerciaux, etc.).

Contrairement à ce qui existe le plus souvent en France, pas de travailleurs isolés lorsqu'il s'agit de recherches qui doivent concourir au développement d'une industrie, et profiter à la collectivité et au pays tout entier.

Il semble donc qu'en Tunisie, toutes proportions gardées, les établissements de recherches et les stations culturales (jardins d'essais), doivent collaborer à l'étude de cette importante question du développement de l'arboriculture fruitière, qu'il y a lieu d'envisager sous différents aspects selon les régions et les conditions culturales propres à chacune.

POLLINISATION — CROISEMENTS OBTENTION DE VARIÉTÉS

C'est dans les publications du Service de l'Horticulture au Canada que nous avons trouvé d'importantes études ayant trait à la fécondation et au croisement des variétés d'arbres fruitiers; principalement du Pommier, qui occupe dans ce pays d'importantes surfaces.

Les corymbes, qui constituent les inflorescences du Pommier, sont très développées et permettent d'ailleurs de plus faciles observations qu'avec d'autres genres.

Dans tous les travaux de pollinisation effectués, les croisements ont été pratiqués par la méthode Sam. qui consiste à émasculer les fleurs, à enlever les pétales sans ensacher les inflorescences.

Les opérateurs estiment que les pétales étant enlevés, il n'y a plus à craindre l'intervention des insectes et une seconde fécondation par ces derniers.

Afin de contrôler cette hypothèse, 2.838 fleurs sont restées émasculées et non pollinisées comme témoins; quatre seulement ont été fécondées et ont donné des fruits. L'auteur ajoute : « On peut donc conclure, sans crainte, que cette proportion de 0,14 % rentre bien dans les limites de l'erreur expérimentale, et que cette méthode est satisfaisante et sûre ».

Une étude qui a également retenu l'attention des expérimentateurs canadiens est celle de la rapidité d'accroissment du tube pollinique, c'est-à-dire du temps nécessaire pour qu'il arrive jusqu'à l'ovule.

L'on a pu constater, en 1923, en plein air et par temps propice, qu'il suffirait de 38 à 44 heures pour que le tube pollinique atteigne l'ovule. La même expérience faite en 1924 sur 1.600 fleurs a donné un résultat en totalité négatif, et cela paraît avoir eu pour cause une température anormalement basse après la fécondation.

L'observation de la réceptivité du stigmate a conduit aux conclusions suivantes. Des centaines de fleurs émasculées ont été pollinisées le même jour, d'autres successivement pendant cinq journées. Le premier et le second jour les fleurs ont été fécondées; le résultat, moins bon pour celles pollinisées le troisième jour, a été nul à partir du quatrième.

Ces résultats démontrent qu'une fleur doit être pollinisée le jour même

où elle est réceptive ou le jour suivant et, qu'ensuite, il y a peu de chances pour qu'elle soit fécondée.

La réceptivité du stigmate, avec ou sans émasculation, paraît correspondre, pour le Pommier, au plein épanouissement de la fleur. Cette constatation a conduit à établir la corrélation qui peut exister entre le développement d'une fleur d'arbre fruitier et l'état de réceptivité du stigmate.

A cet effet, trois types de boutons ont été choisis :

Type 1. — boutons prêts à s'ouvrir.
Type 2. — boutons à deux ou trois jours de l'ouverture.
Type 3. — boutons tout à fait fermés.

Ces boutons ont été pollinisés avec du pollen de la variété Crimsen Beauty, le jour même où ils ont été émasculés.

Les résultats ont été les suivants :

Type 1. — (boutons prêts à s'ouvrir) 17,5 % de fruits noués.
Type 2. — (2 ou 3 jours avant l'ouverture) 12,8 % de fruits noués.
Type 3. — (boutons fermés) 9,3 % de fruits noués.

Quant au pollen provenant de ces fleurs, il a mûri au laboratoire. Le pollen du type 1 a donné la germination la plus élevée et les tubes polliniques les plus développés, alors que les pollens des types 2 et 3 n'ont pas germé.

L'on a cherché également à déterminer le nombre de jours pendant lesquels le stigmate est réceptif et le temps qui s'écoule jusqu'à ce que le pistil se forme.

Dans ce but l'on a choisi 25 corymbes sur 7 variétés de Pommiers et il a été noté que les fleurs restent ouvertes de 3 à 5 jours pendant lesquels la période de réceptivité du stigmate est de 2 à 3 jours pour les fleurs du centre du corymbe, nulle souvent pour celles de la périphérie et que le brunissement du stigmate correspond à la fanaison du style.

En fait, même si la pollinisation ne pouvait être faite qu'au troisième jour de la réceptivité du stigmate, le temps qui reste avant la fanaison du pistil, sera bien suffisant pour que l'ovule soit atteinte.

Meddlebroke, en Angleterre, a recherché la puissance relative du pollen de diverses variétés d'arbres fruitiers, admettant que certaines produisent du pollen ayant plus de vigueur que celui d'autres variétés de la même espèce, et reconnaissant que la culture de plusieurs variétés mélangées donne des récoltes plus abondantes.

Il a donc cherché à déterminer quelles sont les variétés les plus « prolifiques » c'est-à-dire donnant les meilleurs résultats si on les emploie pour la fécondation), et il a essayé la puissance de leur pollen sur les variétés à production faible.

Il remarqua que quelques-unes des variétés à forte floraison produisent, pour chaque fleur, une quantité de pollen beaucoup plus importante que les variétés peu florifères.

Les pollinisations furent effectuées à la main avec un pinceau mou, pour plus de précaution, en changeant ce dernier pour chaque variété de pollen.

Les résultats les meilleurs correspondirent aux jours alternativement sereins et nuageux avec atmosphère chaude et un peu humide. Aux jours nuageux et froids, ainsi qu'aux jours excessivement chauds, la pollinisation fut peu efficace.

Sur les fleurs à polliniser on enleva les anthères aussitôt après l'éclosion; les résultats furent bons, car seulement 5 % des arbres donnèrent un rendement insuffisant et pas un seul ne resta improductif.

De ses observations Meddlebroke conclut qu'on a plus de chances d'obtenir une bonne récolte moyenne annuelle en cultivant ensemble plusieurs variétés d'arbres fruitiers de la même espèce, et il ajoute : « la culture spécialisée d'une variété unique sur une vaste étendue n'est donc pas recommandable au point de vue du rendement.

« On remarque que pour les fleurs qui éclosent les premières, la fécondation et la nouure ont lieu immédiatement, alors que les fleurs qui éclosent plus tard, même artificiellement pollinisées, ne nouaient pas et pourrissaient.

« On a constaté aussi que les variétés de Pommiers à fruits à couteau et à cuire donnaient une récolte plus abondante si l'on cultivait à proximité des pommiers à cidre. L'on obtient les mêmes résultats avec un mélange de variétés de Pommes à cidre. »

Ce même expérimentateur a effectué des essais de pollinisation par le vent en déplaçant de l'air avec des soufflets ou en secouant les arbres afin de libérer brutalement le pollen des anthères. Cette méthode donna des résultats assez importants pour être appréciés et l'on remarqua qu'au grand air la nouure des fruits se produisait plus abondamment les jours de vent léger avec une température assez élevée.

Dans le même ordre de faits, l'on a entrepris au Canada une expérience ayant pour but de déterminer la quantité de pollen susceptible d'être distribué par le vent.

Pour cela l'on a placé des plaques de verre enduites de glycérine dans différentes positions sur un certain nombre d'arbres, avant que ces derniers ne soient en pleine floraison. Après la chute des pétales ces plaques furent portées au laboratoire pour l'examen de la quantité de pollen y adhérant. La faible quantité de pollen reconnue sur les 24 plaques examinées au microscope, permet de penser qu'il est très douteux que la pollinisation des stigmates aurait pu en résulter. Une seule plaque avait retenu une quantité suffisante de pollen pour effectuer des pollinisations.

Le fait acquis est donc que la presque totalité des plaques n'a pas reçu suffisamment de pollen pour causer la pollinisation; l'auteur en conclut que l'on ne peut pas compter sur le vent pour effectuer une pollinisation normale et que, pour les arbres fruitiers, tout au moins, les insectes visiteurs, et spécialement les abeilles, sont indispensables.

Au cours d'un important travail de pollinisation effectué à la Station expérimentale d'Agriculture de New-York, il a été observé qu'en général une saison très chaude provoque un développement des étamines plus rapide que celui du pistil, qu'ainsi les anthères ont libéré le pollen avant que le stigmate ne soit prêt à le recevoir. L'inverse a lieu durant une saison froide et cela permet d'expliquer pourquoi souvent une floraison abondante est suivie d'une faible production.

L'auto-stérilité de certains variétés d'arbres fruitiers a fait l'objet d'expériences diverses, tant en Angleterre qu'en Amérique, et, comme il vient d'être indiqué au paragraphe précédent, elles ont, dans la plupart des cas, permis de conclure à la non simultanéité, pour une variété, de l'aptitude des organes floraux à la fécondation; le pollen et le stigmate n'étant que successivement aptes à l'imprégnation.

La preuve en a été faite par l'ensachage de fleurs qui, malgré cette précaution, ne se sont pas fécondées, ce qui prouverait l'auto-stérilité de l'un, de l'autre, ou des deux organes sexuels simultanément.

La « John Innes Horticultural Institution » a fait des cultures, en pots, d'arbres fruitiers en vue de déterminer parmi les diverses variétés de Pruniers, Cerisiers, Pommiers celles qui sont naturellement auto-stériles (self stériles), ou auto-fécondes.

Les plantes furent rigoureusement isolées de façon à éviter tout contact d'insectes porteurs de pollen. Ci-après les résultats des observations faites, limitées aux variétés connues en Tunisie ou susceptibles d'y être cultivées.

Prunier. — Variétés auto-fécondes : Reine-Claude violette, Mirabelle rouge; Prune géante, Reine-Claude de Bavay;
Variétés auto-stériles : Coë's golden drop, Coë's violet, Jefferson, Reine-Claude d'Althan.

Cerisier. — Variétés auto-fécondes : Morello, Late Duke;
Variétés auto-stériles : Black Hert, Bigarreau Jaboulay, Guigne d'Annonay, Black Tartarian.

Pommier. — Variétés auto-fécondes : Baldwin Washington;
Variétés auto-stériles : Northern Greening, Lord Hendley; Cox's Oranges Pippin; Branly's Seedling, Reinette Pippin;
Variétés parthénocarpiques : Lord Derby, Duchesse de Oldenbourg.

Les observations faites ont permis de conclure, ce qui est normal, que les variétés auto-fécondes sont plus productives.

La culture peut avoir aussi, il semble, une influence sur la fertilité des organes floraux. Des observations étendues indistinctement à de nombreuses espèces annuelles ou vivaces n'ont jamais permis à M. Gagnepain de constater, pour les premières, une fertilité réduite du pollen, alors qu'une infertilité totale ou partielle a été constatée dans de nombreuses plantes vivaces. Il semble se dégager des conditions tant matérielles qu'artificielles des plantes examinées « qu'un certain état pléthorique, dû à la culture, nuit à la fertilité du pollen ».

Ce même botaniste a cherché à reconnaître si la culture qui diminue la fertilité par pléthore, agit plutôt sur le sexe mâle que sur le sexe femelle ? La culture semble favoriser l'élément femelle, du moins en apparence, par la multiplication des carpelles de certaines oranges et il existe aussi des cas de parthénogènèse qui paraissent avoir la même origine, telles les variétés de pommes qui viennent d'être indiquées, certaines variétés de dattes, d'oranges, etc.

C'est au Canada, à la Ferme expérimentale d'Ottawa, que sont cultivées les variétés de Pommiers obtenues à la suite de croisements, naturels ou artificiels.

A ce sujet, M. Macoum, rapportant les travaux de cet établissement, écrit :

« ...que le plus grand nombre des variétés de Pommiers cultivés aujourd'hui en Amérique, ont été produites par le semis.

« Nos ancêtres, dit-il, avaient apporté d'Europe des pépins de pommes et les ont semés. Les jeunes arbres ainsi obtenus crûrent, donnèrent des fruits et il se produisit parfois une variété méritante qui fut multipliée ensuite.

« Aussi des fruits abandonnés, dont les graines germèrent, ont donné naissance dans les cours ou auprès des clôtures à des arbres adventices qui, observés, ont donné quelques bonnes variétés telles que Nosthrm Spy, Baldwin, Fameuse, Menitosh rouge. »

Malgré le travail méthodique de la production de nouvelles variétés par le semis à la suite de croisement, peu de variétés de pommes de valeur ont été ainsi obtenues. A ce sujet, voici ce qu'écrit feu Peter Gédéon, propriétaire à Excelsior (Minnésota), qui a consacré à ce travail de production des variétés de Pommiers plus de temps qu'aucun autre en Amérique.

« Nos efforts et nos essais au Minnésota commencèrent il y a trente ans et nous semâmes un boisseau de graines de Pommiers, deux gallons (1) de noyaux de Pêchers et plantâmes 5.000 plants de Cerisiers, Poiriers, Pommiers. Les années suivantes, nous semâmes chaque année assez de graines de Pommiers pour produire environ 1.000 arbres et ajoutâmes fréquemment des variétés américaines nommées.

« Aujourd'hui tout ce qui reste, ce sont deux arbres, dont la variété Wealthy obtenue de graines de Pommiers reçues d'Albert Emmerson du Maine. »

Ce semeur estime qu'il faut de 3 à 500 plants de semis pour donner une variété à multiplier en raison de ses qualités, et cela en prenant comme origine des graines sur les meilleures variétés connues.

Les Canadiens estiment que si l'on veut faire du semis sur une grande échelle, il est préférable de prélever des fruits sur des arbres plantés les uns près des autres, dont les fleurs ont été fécondées entre variétés, et naturellement, que de semer des grains de fruits produits dans des vergers où une seule variété est cultivée.

---

(1) Le gallon égale 4 litres 5459.

M. Macoun termine ainsi son rapport : « Bien que les meilleures variétés de Pommiers aient été presque toutes produites par des semis de graines ne provenant que de fécondation naturelle, ceci ne veut pas dire que l'on ne puisse pas obtenir de gains intéressant à la suite de fécondation croisée artificielle; mais il n'a pas été fait de travail méthodique dans ce sens.

Les Pommiers se sont depuis si longtemps entrecroisés entre eux dans la nature que l'on ne peut avoir aucune certitude sur ce que seront les semis d'une variété; néanmoins, il est probable que les caractères des parents prédominent plutôt que ceux des variétés ancestrales dont le sang a été introduit à une époque plus reculée ».

***

L'examen des travaux d'expérimentation ayant trait au croisement, qui viennent d'être exposés dans ce chapitre, nous autorisent à penser que, comme en Amérique et au Canada, des expériences de même ordre peuvent être entreprises en Tunisie.

Comme nous le disions récemment, c'est une tâche de longue haleine, souvent décevante, qui néanmoins doit donner d'intéressants résultats, et il appartient bien à un établissement de recherches comme le Service Botanique de faire rentrer dans son programme de travaux l'amélioration de la production fruitière par la création de nouvelles variétés mieux adaptées à notre climat nord-africain, et ainsi d'augmenter la productivité de celles cultivées jusqu'ici, introduites de France pour la plupart ou d'autres pays à climat souvent très différent de celui de la Tunisie.

Ce programme devra comporter deux parties. La première sera l'étude des conditions de la floraison et de la fécondation en ce pays où la température s'élève rapidement dès les premières semaines de printemps et où les vents sont souvent violents, fréquents et chauds au cours de cette même période.

Simultanément à ces observations, il y aura lieu d'opérer des fécondations croisées, méthodiquement comprises, aussi nombreuses que possible, de façon à obtenir des pépins ou des noyaux en quantités appréciables et ensuite un nombre important de plants des diverses espèces fruitières.

La seconde étape consistera à observer les jeunes arbres au fur et à mesure de leur développement et à noter leurs caractéristiques de végétation : le port général de la plante; la tige principale et les branches, épineuses ou inermes; les branches fruitières, leur constitution et leur disposition sur les rameaux; la fructification, son importance, sa valeur, tant au point de vue de la grosseur des fruits que de leur forme et de leur couleur; enfin de leur utilisation comme fruit de table ou par l'industrie.

L'on sait que pour les arbres fruitiers issus de semis, et particulièrement pour les variétés à fruits à pépins, la fructification se détermine tardivement, cinq ans et quelquefois plus après la germination.

Afin de hâter la mise à fruits et de connaître plus tôt la valeur individuelle des semis, il sera nécessaire de prélever des greffons sur ces jeunes arbres et de greffer sur des sujets ad hoc. Deux ou trois années après quelques premiers fruits permettent d'être fixés sur la valeur de l'obtention, et d'éliminer les plants non intéressants, qu'il est inutile de continuer à cultiver comme producteurs de fruits. Ils peuvent d'ailleurs être utilisés comme sujets porte-greffes.

Pour les variétés qui auront été conservées la propagation pourra être très rapide par voie de greffage. Néanmoins, c'est une dizaine d'années qui sont nécessaires pour qu'une obtention nouvelle, reconnue intéressante, puisse être vulgarisée.

Les pépiniéristes-marchands qui mettent au commerce de nouvelles variétés, souvent fort intéressantes, appliquent la méthode suivante :

Ils sèment, noyaux ou pépins, de toute provenance et de toutes variétés, séléctionnant à la première année de végétation en supprimant les plants qui par leurs caractères végétatifs se rapprochent des types spécifiques sauvages et, comme nous venons de l'écrire, greffent sur des sujets les arbres qui leur paraissent s'éloigner de ces types, afin de faire le plus tôt possible la reconnaissance de la valeur de la fructification qui est, dans le cas présent, l'« ultima ratio » de la tâche entreprise.

Un établissement scientifique, qui n'a pas la même préoccupation d'un résultat commercial immédiat, peut pousser plus loin l'expérience, mais il importe de préciser les conditions du problème et ses possibilités.

Lorsque l'on croise deux variétés pures, se reproduisant, par graines, identiques à elles-mêmes, tous les croisés appartenant à la première génération se ressemblent. Leurs graines donnent une deuxième génération de plantes dans laquelle se produit la disjonction des caractères et qui se trouve ainsi constituée par un grand nombre de types différents. Parmi les plantes de deuxième génération, les unes sont pures et se reproduisent par graines sans variation, les autres sont encore de nature hybride et leur descendance continue à se disjoindre.

Les variétés fruitières sont souvent d'origine hybride (croisements antérieurs naturels ou artificiels) ou dues à des variations gemmaires multipliées par voie agame (greffage principalement), le tout compliqué de l'action d'un milieu riche et d'opérations culturales qui influent sur le développement des arbres, la grosseur et la succulence des fruits.

Dans ce cas, il est presque toujours impossible de savoir ce qui est héréditaire dans les variétés qui ont été ainsi croisées, et, par conséquent, de reconnaître ce que sont les caractères mendéliens.

Le croisement de deux variétés fruitières a donc beaucoup de chances d'unir deux plantes dont l'une au moins est hybride. Dans ce cas les individus de la première génération ne se ressemblent pas, ce qui présente l'avantage, ainsi que nous l'avons vu, de permettre le choix des types intéressants qui peuvent apparaître, mais qui sont relativement rares.

Deux autres voies sont alors ouvertes à l'hybrideur.

1° Il peut assurer l'autofécondation des plantes de la première génération, si toutefois elle est possible, semer les graines obtenues et étudier les types différents qui naissent par disjonctions dans la descendance de chacun des types de la première génération. Il est probable que ces descendances seront très polymorphes et donneront un important matériel de sélection, parmi lequel se trouveront des formes intéressantes à multiplier par greffage.

Il faudrait récolter les graines de la deuxième génération et les semer en culture pédigrée pour obtenir, à la troisième génération, une certaine proportion de plantes pures (homozygotes) et susceptibles de se reproduire par graines

Cette méthode est évidemment très longue; elle aurait l'avantage de donner des plantes pures (homozygotes), qui pourraient ensuite être multipliées sans greffage si elles étaient intéressantes ou servir de géniteurs purs pour de nouveaux croisements. Elle n'a pas, que nous sachions, été pratiquée jusqu'à ce jour, mais mériterait d'être expérimentée.

2° Comme le greffage permet de multiplier les arbres fruitiers sans avoir recours au semis, l'hybrideur peut se contenter d'étudier la première génération après croisement, mais alors il a tout avantage à répéter celui-ci pour multiplier ses chances d'obtenir une heureuse combinaison de caractères.

Il s'efforcera de corriger un défaut d'un hybride déjà intéressant par son croisement avec un géniteur (variété connue ou autre hybride), présentant la qualité recherchée.

« Il sera intéressant de choisir au moins l'un des géniteurs parmi les races locales anciennement adaptées aux conditions du milieu. Le second parent intervient comme correctif d'un défaut du premier et il est souvent nécessaire de recroiser le produit obtenu avec un autre géniteur et de poursuivre ainsi l'amélioration, progressivement, par associations successives de qualités natives et de celles obtenues à la suite des premiers croisements » (1).

FRUCTIFICATION

La question qui a plus particulièrement préoccupé les cultivateurs américains est celle de la fructification alternante de la plupart des espèces d'arbres fruitiers.

Malgré la recommandation souvent donnée d'éclaircir une forte récolte dans le but d'en obtenir une meilleure l'année suivante, la plupart des auteurs n'admettent pas une tendance de l'espèce à produire alternativement.

---

(1) F. Bœuf. — *Eléments de Biologie et de Génétique appliqués à l'amélioration des plantes cultivées.*

Ils estiment qu'un arbre très fructifère une année continuera à donner d'importantes récoltes les années suivantes; en fait, ils reconnaissent plutôt un caractère d'individualité pour une bonne, médiocre ou mauvaise production que d'alternance plus ou moins régulière de fructification.

Ces mêmes auteurs estiment que les facteurs vraiment déterminants d'une bonne ou d'une mauvaise production sont, indubitablement, les conditions atmosphériques, plutôt qu'une sorte de tendance innée des arbres à produire des fruits avec une certaine discontinuité.

L'on observe aussi que l'influence prépondérante des conditions météorologiques est plus marquée lorsque l'arbre est conservé sans taille, à l'état naturel, ou encore lorsqu'il devient vieux. Cette influence est plus visible sur les arbres cultivés que sur les sujets sauvages, parce que, vraisemblablement, les seconds arrivent à la période de mise à fruits moins hâtivement que les premiers.

Le fait que, dans une plantation qui comprend un grand nombre d'arbres de la même variété ou de variétés différentes, une bonne récolte succède à une mauvaise ou inversement, ne peut être que le résultat de conditions atmosphériques affectant tous les arbres, car, s'il existait une tendance à l'alternance, elle ne se manifesterait pas simultanément sur toutes les plantes, et l'on noterait des alternances individuelles.

Pcihering Pencer, dans « The Journal Agricultural Science » ,sous le titre « La Production des arbres fruitiers en années consécutives », écrit : « La question de savoir si un arbre qui a fructifié exceptionnellement bien une année, fructifiera également bien ou très mal l'année suivante présentera à la fois un intérêt théorique et pratique », et cet auteur estime « qu'il ne semble pas y avoir de raisons pour une alternance dans la production. Si le fait était réel, il impliquerait que la fructification est due à l'accumulation graduelle dans l'arbre de substances de réserve, que cet arbre étant épuisé par de fortes récoltes, la quantité de sève de réserve est insuffisante pour la fructification de l'année suivante. »

Les expérimentateurs américains prétendent également qu'il est difficile de mesurer exactement le comportement de deux ou plusieurs arbres, caractéristiques au point de vue de leur fructification, pendant un nombre suffisant d'années.

Le poids ou le nombre des fruits peut être noté, mais à moins que les arbres ne soient tout-à-fait comparables comme taille, disposition des branches, situation, on ne peut conclure d'une manière certaine que les différences constatées sont dues exclusivement à la capacité de production.

M. le professeur Campbell, en Italie, s'est préoccupé de l'influence du bourgeon axillaire sur le développement et le comportement du fruit du Pêcher.

A ce sujet, il attire l'attention des botanistes et des arboriculteurs sur les caractéristiques florales du Pêcher qui, à son avis, offrent le plus grand intérêt aux points de vue biologique, systématique et agricole.

Il distingue deux formes de fleurs de Pêcher; la forme longipétale et la

forme brévipétale; à ces deux formes correspondent, pratiquement, la division entre fruits à chair adhérente pour la première, à chair non adhérente pour la seconde.

Biologiquement, Campbell voit là une différence dans les conditions de pollinisation et dans la production par graines de chacun des deux types.

Ce même observateur reconnaît que les fruits du Pêcher, lorsqu'ils ne sont pas accompagnés d'un bourgeon axillaire, mûrissent plus tôt, mais qu'ils se développent moins que ceux qui avoisinent ce bourgeon.

Ce sont ces fruits qui sont sacrifiés par les arboriculteurs au moment de l'éclaircissage, parce qu'ils sont petits, alors que ceux qui sont accompagnés d'un bourgeon axillaire, mieux alimentés par un excès de sève élaborée et plus développés, sont conservés; mais ils mûrissent plus tardivement.

De ces constatations, Campbell tire les déductions suivantes :

1° Les fruits mûris près d'un bourgeon axillaire sont plus lourds que les autres, les différences oscillent en moyenne entre trois et six grammes, pour atteindre chez les arbres vigoureux dont l'éclaircissage a été rationnellement fait, onze, vingt et quarante grammes;

2° La présence du bourgeon retarde la maturité de deux à six jours;

3° Les pêches voisinant avec un bourgeon axillaire sont moins denses, la plupart pesaient moins d'un gramme par centimètre cube, tandis que celles sans bourgeon dépassaient l'unité.

* * *

Nous ne pensons pas que seules les conditions météorologiques soient les causes déterminantes d'une discontinuité régulière de fructification, et au cours d'un travail paru dans cette même publication (1), intitulé : « Les caractéristiques de végétation des arbres fruitiers et les tailles d'hiver et d'été qui en sont la conséquence », nous avons déjà indiqué comment, dans une certaine mesure, par la taille, l'arboriculteur pouvait obvier à l'alternance de la fructification chez certaines espèces d'arbres fruitiers.

L'observation du mode de fructification des arbres fruitiers, à feuilles caduques comme à feuilles persistantes, permet de diviser leurs organes fructifères en deux catégories : ceux qui ont un accroissement diamétral : Cognassier, Poirier, Pommier, ceux qui ont un accroissement plutôt longitudinal : Abricotier, Amandier, Cerisier, Citronnier, Mandarinier, Olivier, Oranger, Pêcher, Prunier.

Les espèces de la première catégorie sont rarement soumises à l'alternance (nous dirons physiologique), de fructification, et une récolte déficitaire est généralement due à des conditions météorologiques défavorables au moment de la floraison.

---

(1) *Annales du Service Botanique de Tunisie*, n° 1. — *Bulletin de la Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation*, 1er trimestre 1922.

Dans cette catégorie, les boutons à fruits se déterminent à la suite d'une évolution plus ou moins longue des yeux à bois et deviennent dards, lambourdes, bourses; c'est-à-dire des branches naturellement fruitières, très courtes, à gros diamètre, peu lignifiées, ridées, qui portent une rosette de feuilles.

Ces dernières, puissants organes d'assimilation disposés auprès des fruits, favorisent, une fois la fructification terminée, la concentration de réserves amylacées dans la branche fruitière même. Cette disposition assure ainsi la continuité progressive de la production au cours des années, jusqu'au moment où la bourse est trop lignifiée et doit être rajeunie par la taille.

Au contraire, dans les productions fruitières à croissance longitudinale, pour lesquelles la floraison se détermine sur la partie du rameau fruitier développée l'année précédente, la localisation des réserves est bien moindre et peut être nulle, ou presque, à la suite d'une fructification importante au cours de la saison précédente; c'est le cas des arbres à fruits à noyau, de l'olivier et des aurantiacées, chez lesquels l'alternance est souvent très marquée.

Ce processus dans le développement de la branchette fruitière autorise à penser qu'une taille portant chaque année sur une partie des branchettes fruitières serait rationnelle.

L'on ferait ainsi produire à ces dernières, et à leur base, une nouvelle série de branchettes qui, l'année suivante, seraient fruitières à leur tour.

Ce serait, en somme, l'application, à ces espèces, de la taille de remplacement pratiquée pour le Pêcher, taille grâce à laquelle, l'alternance de fructification a été supprimée chez cet arbre.

Une autre pratique qui a déjà été, de notre part, l'objet d'essais pendant trois années, est celle de l'ensachage des fruits à pépins : Poires et Pommes.

Nous avons constaté qu'à l'intérieur d'un sac fermé, et emprisonnant le fruit, l'élévation de la température d'une part, et l'accumulation de la vapeur d'eau dégagée par le fruit d'autre part, créent un milieu chaud et humide qui place les fruits dans des conditions défavorables à leur maturation, et même à leur conservation, par suite d'une aquosité trop grande.

Pour des fruits (poires, pommes), en raison de leur tardive maturité, il peut être intéressant de les soustraire aux rayons d'un soleil trop ardent; leur ensachage doit être fait au moyen de sacs cloches, c'est-à-dire de sacs dont on a supprimé les angles du fond pour les ouvrir.

De cette façon la condensation nocturne est très diminuée sur la paroi intérieure du sac et la température diurne est égale, ou presque, à celle du dehors; conditions favorables au grossissement et à la maturité des fruits.

Enfin, par de fréquentes observations au moment de la fructification, il est possible de reconnaître, principalement chez les aurantiacées, des mutations gemmaires et les cas de carpoxénie qui pourraient se produire. En-

tre autres exemples, c'est un cas de mutation gemmaire qui est l'origine de l'Orange de Bahia, devenue l'Orange Washington Navel.

Lorsque ces mutations sont reconnues intéressantes, il y a lieu de les multiplier par le greffage, en tenant compte toutefois qu'il est important d'éviter, conseille M. le docteur Trabut (1), de multiplier dans les cultures des mutations ayant donné des fruits sans valeur.

VARIATIONS

Les variations dans la forme des fruits ont été étudiées, sur la pomme principalement, par Young, qui a réuni un grand nombre d'observations.

Cet auteur part de ce principe : « Selon la loi de l'optimum, il existe pour chaque caractère une certaine intensité d'un facteur essentiel du milieu donnant, toutes choses égales d'ailleurs, le maximum du développement au caractère envisagé ».

Les constatations faites sont les suivantes :

L'élagage de l'arbre peut avoir comme effet d'augmenter la grosseur des fruits, grâce à la proportion plus grande d'humidité mise à leur disposition, par suite de la réduction de l'appareil d'évaporation.

Certaines variétés conservent leur forme avec une grande constance, malgré des conditions différentes de milieu; alors que d'autres sont, à ce point de vue particulier, beaucoup plus plastiques.

La modification de forme la plus fréquemment notée, celle qui frappe l'observateur, est l'allongement de l'axe du fruit par rapport à son diamètre.

Young prétend que cette modification est due à une diminution dans la circulation de la sève, causée momentanément, et à différentes reprises. par des variations brusques de température à la suite desquelles la nutrition devient insuffisante aux besoins du développement du fruit.

Cette formation a lieu pendant les deux ou trois semaines qui suivent la floraison, ensuite la forme est fixée et elle ne peut plus être influencée d'une façon appréciable par des modifications dans la proportion d'humidité disponible.

Le pédoncule présente des variations qui ne paraissent pas avoir pour cause les conditions du milieu, pas plus que des modifications du nutrition. L'on peut, néanmoins, penser que l'allongement de cet organe est dû à des conditions moins favorables de développement du fruit.

La cavité de l'œil varie en profondeur et disparaît généralement par l'effet de l'allongement de l'axe dû, comme nous l'avons vu plus haut, à une diminution de la circulation de la sève.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1923, 1er semestre, page 772 : *Carpoxénie et mutations gemmaires chez les Citrus cultivés.*

Il n'a pas été observé de modifications importantes de l'œil; il est plus développé chez les gros fruits que chez les petits. Quant au bassin du pédoncule, sa profondeur résulte d'une combinaison de facteurs favorables au développement régulier du fruit et, si la partie supérieure de ce dernier est rétrécie, le bassin l'est également.

L'air sec, la lumière solaire, favorisent la formation d'un épicarpe lisse, et c'est la lumière qui a le plus d'importance sur la couleur du fruit. Pourtant il a été reconnu qu'un éclairage trop fort ou trop faible peut avoir pour effet une atténuation du coloris.

La température est un facteur qui influe sur la couleur de quelques variétés en la diminuant et aucune expérience ne prouve que le sol ait une influence quelconque sur la pigmentation.

Quant à la structure interne, le nombre de graines paraît être une indication de l'intensité de la pollinisation croisée, et, dans la plupart des variétés, la présence d'un ou plusieurs pépins bien développés est l'une des conditions de développement régulier du fruit.

La texture de la pulpe dépend des facteurs qui influencent l'accroissement : lorsque ce dernier est excessif, il donne au fruit un goût cotonneux par manque de cohésion entre les cellules, alors que les fruits insuffisamment développés ont une chair dure qui devient rapidement spongieuse et blette pendant la période de conservation.

L'arôme est influencé par la température et par l'altitude. Un climat frais, une altitude élevée, sont favorables à son développement; enfin la valeur gustative dépend de la qualité et de la quantité des matières fixées solubles, de leurs proportions, ainsi que de l'équilibre entre les sucs et les acides.

De ses observations, Young conclut : « que l'insuccès des meilleures variétés d'arbres fruitiers, quand elles sont transportées dans de nouvelles régions, est dû à un manque d'équilibre avec les facteurs du milieu. Il faut donc sélectionner et créer de nouvelles variétés dans les régions mêmes où elles ont le plus de chances de croître normalement et perfectionner celles qui s'y tiennent déjà en créant des races locales bien acclimatées ».

Witheouse et H. Krauss, de la Station expérimentale de l'Orégon, se sont également livrés à des études sur la variation des fruits. Ces expérimentateurs ont tout d'abord cherché à déterminer si, dans les conditions climatiques de l'Orégon, il y a continuité de développement pendant toute la période de végétation.

Pour déterminer l'accroissement des fruits de Pommiers, ils ont opéré de la façon suivante : à deux semaines d'intervalle, pendant toute la période végétative, l'on a mesuré et noté le diamètre maximum, transversal et longitudinal de chaque fruit. Ces mesures ont été prises au dixième de millimètre d'approximation.

La forme a été exprimée à l'aide de l'« indice de la forme », obtenu en divisant le diamètre transversal par le diamètre longitudinal. A intervalles réguliers on a pesé des fruits moyens et les variations de poids ont été

représentées par des diagrammes; l'augmentation a été comparée avec celle du volume.

Pour déterminer l'intensité de la coloration on a estimé, toutes les deux semaines, le pourcentage de la surface du fruit couverte de la couleur qui fait disparaître les précédentes pigmentations.

Simultanément ont été enregistrées : la température, la pluviométrie, la quantité approximative de lumière solaire et son intensité.

Ainsi il a été facile de mettre en corrélation avec les conditions climatériques les variations notées dans la vitesse d'accroissement des fruits ou dans celle du développement de leur coloration.

Les enseignements qu'il est possible de tirer de ces observations pour le fruticulteur sont les suivants : dans les conditions normales, la pomme augmente continuellement et graduellement de dimension, et les opérations culturales doivent être telles qu'elles n'entravent pas cette végétation continue.

Les travaux du sol doivent donc être de nature à fournir aux arbres une constante humidité, tenant compte que la vitesse de développement est en corrélation avec la quantité d'eau contenue dans le sol.

Il semble que dans la plupart des cas, lorsque l'on pratique l'irrigation, l'on ne procède pas rationnellement, l'eau n'étant distribuée que trop tardivement pour « forcer le fruit » qui a souffert précédemment de la sécheresse. Cette pratique peut avoir pour effet un développement rapide des fruits, mais cet accroissement est anormal.

***

A notre connaissance, du moins, des observations sur l'accroissement des fruits n'ont pas été faites en Tunisie.

En raison des changements brusques de température, qui se produisent dans ce pays au début du développement des fruits, au printemps, des expériences de l'ordre de celles que nous avons mentionnées ci-dessus pourraient donner d'intéressants résultats. Leur interprétation conduirait probablement à une utilisation des eaux d'irrigation plus rationnelle et mieux en rapport avec le mode de fructification de chacune des espèces d'arbres fruitiers cultivés.

LE GREFFAGE

D'après les documents que nous avons été amené à compulser, nous pouvons penser que les cultivateurs américains n'utilisent pas d'autres méthodes de greffage que celles qui sont employées communément dans le Nord de l'Afrique.

C'est dans les publications italiennes que nous avons trouvé la description de procédés de greffage ayant un caractère expérimental.

Manaroni Angelo, de la Station expérimentale agraire italienne de Rome,

a essayé le greffage du Pêcher sur 1.500 jeunes sauvageons de Pêchers, quelques mois après la germination, lorsque les bourgeons sont en voie de développement.

Ce greffage serait facilité par l'aptitude qu'ont les bourgeons du Pêcher de végéter peu de temps après leur formation et de donner un rameau précoce bien constitué.

Quelques jours après l'insertion du greffon sur le sujet, l'on coupe la portion de la tige qui est au-dessus du point d'insertion et le greffon se développe alors vigoureusement. Sa reprise est de 95 à 99 %.

La réussite est subordonnée à la fraîcheur et à la fertilité du sol. Dans la ferme où l'on a appliqué ce procédé de greffage sur 1.500 Pêchers, le sol était excellent et les arbres pouvaient être irrigués.

L'auteur attribue à cette méthode une grande importance pratique parce qu'elle permet d'obtenir des jeunes plants greffés et prêts pour la transplantation peu de mois après le semis et avec bien moins d'aléas qu'avec la « greffe embryonale », qui ne peut être adoptée dans la pratique.

La greffe par approche d'un Prunier sur un Pêcher, comme moyen d'accroître la vigueur et la résistance de ce dernier à la cloque « Exoascus deformans » a été faite dans un verger de Pirangia (Nouvelle Zélande).

Le pêcher était atteint de cette maladie cryptogamique et ne donnait plus que des fruits petits, durs, n'arrivant pas à maturité.

Après que le Prunier Burbank fut soudé, l'on remarqua pour le Pêcher une transformation surprenante. La maladie cryptogamique disparut, les pêches mûrirent et leur grosseur fut normale; certaines dépassèrent même le poids de 300 grammes.

Au sujet de cette constatation, M. le professeur Comes, de l'Ecole royale d'Agriculture de Portici (Italie), écrit ce qui suit : « Ce phénomène ne peut s'expliquer qu'en admettant le principe de l'acidité des sucs végétaux. En effet, comme les angles formés par les branches du Prunier sont beaucoup plus aigus que dans le Pêcher et comme par l'effet du géotropisme, il doit en être de même du système radiculaire, il s'ensuit que les racines du Prunier puisent leurs matériaux alimentaires dans le sol plus profondément que les racines du Pêcher.

« Il doit en résulter, pour le Prunier, un tissu moins parenchymateux; par conséquent plus dense que celui du Pêcher; l'arbre entier doit avoir une sève plus acide, s'opposant mieux au développement des champignons parasites des feuilles.

« Les matériaux de réserve élaborés dans le branchage du greffon (Prunier) étant plus acides, il peut en résulter une influence sur le sujet (Pêcher) par le transfert de ces éléments acides qui font défaut à ce dernier, et lui communiquer ainsi une certaine résistance aux champignons parasites ».

*
* *

En outre des modes de greffage usités en Tunisie dans le but d'augmen-

ter le nombre et la production des arbres fruitiers, l'on pourrait généraliser, pour les espèces dioïques, le greffage de branches prélevées sur des sujets produisant des fleurs mâles, les fixer sur des sujets à fleurs femelles et ainsi augmenter la fructification de ces derniers.

L'on peut aussi envisager le greffage sur table des sujets avec plantation ultérieure, comme on le fait couramment pour les cépages français sur plants américains. Peut-être pourrait-on ainsi gagner un an de végétation entre le greffage et la mise en place.

Il y a lieu aussi d'étudier les espèces sauvages susceptibles d'être utilisées comme porte-greffes. Pour cela, il faudrait noter leur habitat, observer leurs caractéristiques de végétation, se rendre compte de la nature de leur bois, et voir, ainsi, dans quelle mesure elles peuvent servir de sujets à greffer et pour quelles espèces.

Bien conduite, cette expérimentation amènerait peut-être à savoir pourquoi le greffage en fente du Pêcher sur Amandier est aléatoire alors que le greffage en écusson donne des résultats du domaine de la pratique, avec une réussite de 90 % au minimum. La même observation se répète pour plusieurs variétés de Pruniers.

Enfin la symbiose, par greffage en approche, de variétés d'arbres fruitiers de genres différents pourrait, il semble, permettre d'intéressantes observations relatives au mode particulier de végétation et de fructification des deux arbres ainsi réunis.

TAILLES

Les recherches expérimentales entreprises à la Station agronomique de l'Orégon, en 1912, sur 313 arbres comportent, pour les divers systèmes de taille, l'étude du nombre et de la longueur des pousses, de leur diamètre, de la circonférence du tronc, ainsi que du nombre et de la distribution des branches fruitières.

Les données relatives au développement des pousses indiquent que les arbres qui ne sont pas taillés végètent plus rapidement que ceux qui le sont. Ces derniers, lorsqu'ils subissent les tailles d'été, perdent une grande quantité de bois, mais ils en produisent presque assez pour compenser ce surcroît de perte.

En ce qui concerne la circonférence du tronc, il semble qu'il y ait une corrélation étroite entre son augmentation en diamètre pendant la période d'été et la superficie foliaire.

Il a été reconnu, tout comme en Europe, que la taille d'été (pincements) stimulait la production des dards « fruit spur formation », et que les bourgeons de la base des pousses conservés après la taille d'été se transformaient en branches à fruits durant la fin de l'été.

Quant aux pousses tardives des plantes soumises à la taille d'été, elles sont très productives en dards.

Pour les arbres soumis seulement à la taille d'hiver on ne ne note pas un accroissement correspondant de dards.

L'on observe, en outre, que par les pincements faits en été, l'on pouvait avancer d'un an la mise à fruits de jeunes arbres tout en leur conservant une bonne charpente.

En outre, il a été reconnu qu'il y avait corrélation entre le diamètre des dards et l'importance de leur fructification pour les vieux comme pour les jeunes arbres.

Palmer E. P., Veneland (Canada), a fait sur 15 Pommiers des essais comparatifs des trois différentes méthodes : 1° taille d'hiver; 2° taille d'été; 3° pas de taille.

Les arbres ayant subi une forte taille crûrent moins bien que ceux qui ne furent pas taillés; ils produisirent plus tardivement et la récolte fut moindre. Plus la taille fut faible, plus la croissance de l'arbre fut importante, plus aussi fut importante la récolte.

Quant aux arbres non taillés, ils végétèrent davantage que ceux taillés en hiver et en été; mais tenant compte des défauts généraux d'un développement non réglé : fruits nombreux mais petits, déséquilibre de la charpente, fructification souvent alternante, cet expérimentateur conseille de faibles tailles annuelles jusqu'à ce que l'arbre soit entré en production.

Ensuite la taille n'est plus nécessaire que pour maintenir chaque année une formation nouvelle de bois nouveau.

Un essai a été fait pendant cinq ans dans l'ordre suivant sur seize Pêchers : 1° taille d'hiver, écimage d'hiver, pas de taille d'été; 2° taille d'été écimage d'été, pas de taille d'hiver; 3° taille d'hiver et taille d'été.

C'est sur les arbres soumis à ce troisième essai que la production a été la plus abondante en volume et en poids.

La forme adoptée en Californie pour les arbres fruitiers, et en particulier pour l'Oranger, est celle dite « forme basse » constituant une boule presque au ras du sol, écrit M. Malcor, et cet auteur ajoute : « Il semble bien que cette formation présente d'assez nombreux avantages; le trajet de la sève pour arriver au fruit est plus réduit, le sol reste continuellement à l'ombre au pied de l'arbre et, enfin, les opérations de taille, de récolte, de culture sont grandement facilitées. »

En Australie, les sujets sont conduits d'une façon intermédiaire d'où il résulte une forme qui tient de la haute tige et du buisson.

Les branches charpentières s'écartent à une hauteur qui permet les travaux du sol avec des machines au voisinage immédiat des arbres.

Chacun d'eux comporte de quatre à neuf branches principales qui forment un vase. Les branches secondaires sont libres, autant que possible, et les ramifications qu'elles portent sont taillées court afin d'obtenir les fruits aussi près que possible de la base de ces derniers.

Au Canada, le rajeunissement des vieux Pommiers prend le nom de « décornage ». Ce rabattage a pour but de favoriser la production des bour-

geons à bois qui, devenus rameaux, sont sélectionnés pour reformer la charpente de l'arbre.

L'année suivante, ces rameaux sont rabattus d'un tiers de leur longueur, ce qui provoque la formation de productions fruitières.

*
* *

Des observations qui viennent d'être relatées nous sommes autorisé à conclure qu'il y a lieu, dans la pratique courante, de conserver les procédés de taille actuellement connus et vulgarisés; c'est-à-dire taille d'hiver légère, tailles d'été (pincements) rationnelles que nous dénommerons « tailles de production. »

Ce sont ces tailles que les Californiens ont adoptées et non pas celles qui ne permettent d'obtenir que des fruits, commercialement « de luxe », dont l'écoulement est très limité dans les pays du Nord de l'Afrique.

Dans les pays à grande luminosité les formes géométriques sont à abandonner. Elles ont leur application dans les régions septentrionales d'Europe où les fruits doivent mûrir malgré une température et une lumière souvent diminuées.

Comme l'écrit Bellair, dans son dernier ouvrage « Les Vergers — Production commerciale et ménagère des fruits en plein vent » : « Pour avoir de beaux et bons fruits et les vendre avec profit, il n'est pas indispensable d'avoir des formes compliquées et nécessitant des tailles savantes. L'exemple des immenses et riches vergers du Canada et de la Californie est tout-à-fait caractéristique à cet égard. »

QUESTIONS CULTURALES

Les stations américaines, et en particulier celle de Laurel (Indiana), ont étudié les effets des différentes méthodes culturales sur la végétation et la production des Pommiers.

Les méthodes expérimentées furent les suivantes :

1° Sarclage avec culture hivernale d'engrais vert;

2° Terrain en friche et coupe de l'herbe laissée sur place, couverture du terrain avec une épaisse couche de paille;

3° Terrain en friche et coupe de l'herbe laissée sur place;

4° Terrain en friche et coupe de l'herbe, ratissée et amoncelée autour des troncs.

Le terrain contenait, en parties presque égales, du limon et de l'argile et sa compacité pour l'eau était à peu près uniforme. Ce sol ne manquait d'aucun élément essentiel, mais il était connu comme peu productif. Son taux peu élevé en matières organiques, ses fortes proportions de limon, en diminuant sa perméabilité, le rendaient marécageux au moment des pluies; en outre il était acide. Le sous-sol différait peu du sol,

La moyenne annuelle des pluies dans cette région de l'Indiana est de 983 millimètres, avec des mois de printemps plus pluvieux que ceux d'automne, juin, juillet très secs, août de fortes averses.

Cette surface de plusieurs hectares (1) était exclusivement complantée de Pommiers.

Le comportement phénologique du Pommier ne permet pas de noter de notables variations sous l'effet des différentes méthodes culturales.

Pour les parcelles « herbées » 2, 3, 4, on note un ralentissement marqué du développement pendant la période sèche de l'été. Pour les parcelles 1, 2, l'augmentation annuelle moyenne de la circonférence des troncs dépassa de 44,5 % celle des arbres des parcelles 3 et 4.

L'expérience fut poursuivie pendant cinq années qui furent marquées par deux années particulièrement sèches.

Pour la surface 1, qui avait reçu une façon superficielle et pour la seconde, qui fut recouverte d'une épaisse couche de paille, l'on enregistra un taux d'humidité deux fois supérieur à celui de la parcelle 3, où l'herbe coupée fut laissée sur place.

La grande importance de l'eau pour le développement des arbres est démontrée, en outre, par le fait que ce développement correspond aux conditions d'humidité, au moins autant qu'à celles qui résultent des méthodes culturales.

L'étude de la température du sol avec des thermographes permit d'observer que cette dernière varie en raison inverse de l'épaisseur de la couche de couverture morte (herbe sèche, paille), qui recouvre le terrain.

Dans la limite des méthodes culturales ordinaires, la température du sol ne paraît pas avoir d'influence sur le développement des arbres. Pendant cette période de cinq années (1910 à 1915) il a été constaté que le travail superficiel répété du terrain tendait à diminuer la matière organique, malgré un apport annuel d'engrais vert.

La couverture de paille augmente légèrement le taux des matières organiques, et les parcelles non labourées conservent mieux que les parcelles labourées, l'humus et l'azote.

L'étude de la population bactérienne prouve que, dans la majorité des cas, le terrain non labouré contient un plus grand nombre de bactéries que le terrain labouré et fumé à l'engrais vert; que les variations de température, dans la partie superficielle du terrain non labouré, ont une certaine influence sur la pullulation des bactéries; enfin que l'humidité du sol et le développement des arbres peuvent être mis en corrélation avec la population bactérienne.

Cette expérience a permis, en outre, de démontrer que la nitrification varie avec la saison; qu'une culture intercalaire de graminées abaisse le taux d'azote nitrique du sol, et que le taux maximum d'azote se trouve

(1) La superficie exacte n'est pas indiquée.

dans le terrain travaillé et fumé à l'engrais vert; la surface labourée et recouverte de paille venait au second rang.

L'augmentation en diamètre des arbres est proportionnelle au taux d'azote nitrique lequel semble n'être pas en rapport avec les travaux de culture.

Dans un ordre de faits voisin, M. B. Davis, du Service de l'Horticulture au Canada, a étudié la valeur de ce que l'on appelle dans ce pays le du « paillis de gazon ».

« L'on a confondu trop longtemps le « système de gazon » avec celui du paillis de gazon ».

Dans le premier cas le verger est ensemencé et l'on coupe l'herbe tous les ans pour l'utiliser. Dans le second, le verger est également ensemencé, mais l'herbe est laissée sur le sol après chaque coupe.

Le paillis de gazon est préféré par cet expérimentateur, qui estime qu'ainsi le terrain est recouvert d'une matière végétale qui le met à l'abri des grands froids en hiver, en été de la sécheresse.

L'étude de l'influence de l'irrigation sur la composition, la valeur et la conservation des fruits, a été faite à la Station expérimentale agricole d'Idaho.

Les résultats consignés sont ceux qu'il était, à priori, facile de prévoir : infériorité de conservation, attribuée à l'aquosité trop élevée des fruits provenant d'arbres irrigués, proportion faible de matière sèche.

L'analyse a mis en évidence des différences sensibles en faveur des fruits irriguées, mais ces différences ne sont pas assez importantes pour qu'on puisse leur attribuer une influence sérieuse sur la saveur de fruits quelle que soit leur nature.

En n'envisageant que la pomme, les fruits provenant d'arbres non irrigués accusent une teneur plus élevée en acide et en sucres que ceux provenant d'arbres irrigués.

Dans un travail intitulé « Culture des Agrumes dans la Californie Méridionale », M. Vaile vise à mettre en lumière, sur la base d'observations pratiques, l'influence des engrais, des façons aratoires, du climat, du sol et de l'âge des arbres.

Les conclusions sont tirées de données fournies par environ 600 plantations d'agrumes en utilisant exclusivement celles qui comportent une période d'au moins cinq années de culture.

En Californie, l'on affecte généralement à la culture des agrumes les sols littoraliens de compacité moyenne, les terrains exclusivement siliceux ou argileux sont moins productifs.

L'on reconnaît également que les arbres produisent plus de fruits à l'unité de surface quand la plantation est située près de la côte plutôt qu'à l'intérieur et que le rendement augmente jusqu'à l'âge de 35 ans.

L'azote et les engrais organiques à doses massives provoquent la « moucheture » et les plantations avec cultures de couverture (légumineu-

ses) donnent des rendements supérieurs à ceux des plantations sur sol nu.

La plantation des arbres est faite en décembre, janvier, février; ils sont espacés à 8 ou à 10 mètres en tous sens soit 100 à 150 arbres à l'hectare.

Les citriculteurs californiens sont opposés à l'idée de rapprocher davantage les arbres, quitte à les éclaircir ensuite. L'expérience leur a démontré que ce procédé n'était pas avantageux et qu'il valait mieux assurer, dès le début, un complet développement aux arbres.

Les porte-greffes utilisés sont le Citronnier ou l'Oranger sauvage issus de semis, élevé en pépinière. Greffe en fente au ras de sol, soit en pépinière soit après la mise en place des sujets.

« Aucune culture maraîchère n'est faite entre les arbres pendant les premières annés de plantation dans l'attente de la production. Seuls les planteurs à court d'argent ont recours à ce procédé qui nuit, dit-on, à la bonne venue des jeunes sujets et retarde leur entrée en rapport (1) ».

Pendant la saison pluvieuse pourtant, le terrain, sous réserve d'un carré de deux mètres de côté autour de chaque arbre, est occupé par une légumineuse fourragère semée au semoir.

Une partie de ce fourrage est utilisée pour les animaux de la ferme et l'excédent est enfoui comme engrais vert.

Pendant la saison sèche le terrain est tenu constamment propre, exempt de mauvaises herbes par des labours, des hersages et le passage de disques.

En Australie, la culture fruitière est comprise d'une façon spéciale qu'il paraît intéressant d'indiquer sommairement dans ce travail.

Les cultivateurs obtiennent du Gouvernement des concessions dites « de vergers ». Le bénéficiaire paie le terrain qui lui a été concédé en vingt annuités et doit construire dans l'année une habitation et y habiter personnellement.

La surface concédée est toujours indemne de plantations antérieures. La broussaille inutilisable doit être brûlée sur place et les arbres fruitiers nécessaires à la plantation doivent provenir de pépinières australiennes.

Les arbres sont plantés en carré à raison de 220 à 245 à l'hectare suivant l'espèce.

En Australie, comme en Tunisie, les façons culturales sont influencées par la même périodicité climatique. Pluies en hiver, chaleur et sécheresse en été, au moment de la formation des fruits, parfois pendant trois ou quatre mois.

Le sol est labouré très profondément avant l'hiver, dès après la récolte, de façon à lui permettre d'absorber le plus d'eau possible. En été le sol est ameubli superficiellement à plusieurs reprises aux herses pulvériseurs, etc.

---

(1) Barbedette (Rapport de mission).

L'arboriculteur australien fume peu ses arbres. Dans les sols naturellement riches, il n'apporte aucune fumure; pour les sols pauvres il emploie, mais rarement, du fumier de cheval.

La fumure organique est remplacée sur des surfaces importantes par l'enfouissement d'engrais verts. Les légumineuses utilisées dans ce but sont les Pois fourragers et les Vesces.

A l'automne, on fait passer une charrue et un cultivateur sur le terrain pour incorporer 150 à 250 kg de superphosphate; plus rarement un engrais potassique, les sols étant généralement riches en potasse.

Les plantes sont enfouies dès le début de la floraison.

L'Australie représente 8.965 hectares de cultures fruitières irriguées qui se répartissent comme suit : Australie méridionale, 1.460 hectares; Etat de Victoria, 7.100 hectares; Nouvelles Galles du Sud, 405 hectares.

Les exploitations sont peu étendues, 4 à 16 hectares, et chaque bénéficiaire d'un lot fruitier acquiert avec le terrain le droit d'eau.

L'eau revient à environ 125 francs par hectare et par an.

M. Ballard, dans « Agricultural Research », donne les résultats d'une expérience commencée en février 1912, continuée en 1913, qui a trait à la pulvérisation en hiver du Pommier avec du Nitrate de Soude.

Cette expérience a été faite sur des arbres de la variété « Yellow belle Flower », qui donne une abondante floraison annuelle, mais peu de fruits.

Sur sept arbres de douze ans, on pulvérisa le 2 février une solution ainsi composée : nitrate de soude, 22 k. 700; potasse caustique, 3 k. 170; eau 189 litres. La pulvérisation fut faite à raison de 26 litres 500 par arbre.

Dans le voisinage une rangée témoin de 7 arbres ne reçut pas de pulvérisations d'hiver.

Au mois d'avril suivant, on constata que la floraison des arbres pulvérisés était, environ, de deux semaines en avance par comparaison avec les arbres témoins; alors que le début de la feuillaison se produisit à la même date pour les arbres traités comme pour ceux qui ne l'avaient pas été.

Quelques semaines après, le feuillage des arbres traités montra une coloration plus verte que les témoins.

A la récolte, les témoins ne produisirent que 8 caisses de fruits, ceux traités plus de 40 caisses.

L'année suivante (1913) les arbres pulvérisés présentaient de gros bourgeons à fruits qui fleurirent, comme en 1912, avant les arbres témoins montrant ainsi que la pulvérisation d'hiver continue son effet même un an après.

D'autres solutions furent utilisées au cours des années suivantes. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec : nitrate de soude, 90 k. 800; soude caustique, 11 k. 35; eau 737 litres. L'acide oxalique peut remplacer la soude à raison de 22 k. 300 pour 473 litres (125 gallons) de solution.

Les effets sont moins marqués sur les arbres à fruits à noyau que sur

ceux à pépins. L'expérimentateur estime, néanmoins, que des pulvérisations plus précoces et plus fréquentes, faites au moyen de solutions plus concentrées, sont susceptibles de donner des résultats encore plus appréciables

***

Nous ne voyons pas en Tunisie que la pratique de l'enfouissement des engrais verts comme fumure soit à préconiser.

La vesce qui, dans beaucoup de régions, pourrait être utilisée comme engrais vert constitue, au printemps, lorsqu'elle est fleurie et susceptible d'être enterrée, une masse fourragère importante, difficile à enfouir, et, une fois le terrain retourné, enlève à ce dernier toute cohérence jusqu'à décomposition complète de la légumineuse.

Ces conditions rendent difficiles pendant plusieurs semaines les travaux aratoires superficiels.

Quant à la couverture du sol « paillis de gazon », en laissant sur le terrain la coupe de la plante ensemencée, elle ne paraît être utilisable que dans les régions septentrionales pour mettre le terrain à l'abri de la température basse des mois d'hiver.

La pulvérisation des arbres avec une solution à base de nitrate de soude pourrait faire l'objet d'essais, afin de déterminer si les résultats seraient ici aussi concluants qu'ils paraissent l'avoir été en Amérique.

L'ABRICOTIER EN CALIFORNIE

Le nombre des Abricotiers cultivés en Californie (1920) était de 3.339.916 en rapport et 1.325.300 n'ayant pas encore fructifié, soit au total 4.665.016 arbres, pour une surface de 62.200 acres (1).

En avril 1921, l'association « Growers Prun et Apricot », déduction faite des vergers personnels, des petites plantations, de celles disséminées dans l'Etat de Californie, estimait que la surface commerciale des plantations d'Abricotiers était de 55.365 acres. (1).

Un rapport présenté par cette même association indique qu'en 1919 la production a été de 175.000 tonnes, pour une valeur de 14.000.000 dollars (2) et, pour 1920, 115.500 tonnes, pour une valeur de 9.817.500 dollars. Ces chiffres sont basés sur une moyenne de prix de 80 dollars par tonne en 1919 et 85 dollars par tonne en 1920 pour les fruits de toutes qualités. Soit un prix moyen de 0 fr. 4146 le kg.

Outre l'Etat de Californie, des plantations d'Abricotiers existent sur des surfaces plus ou moins importantes dans les Etats suivants : Orégon, Washington, Idaho, Utah, Colorado, New-Mexico, Kansas, New-York.

---

(1) L'acre = 40ᵃ46.

(2) Au pair 5 fr. 1825.

LE PRUNIER EN CALIFORNIE

Le Prunier a été planté à peu près dans toutes les parties de la Californie. Pourtant les plantations les plus importantes, qui sont les plus âgées, sont situées dans les régions littoraliennes.

Chaque année les surfaces complantées s'augmentent, principalement dans les districts montagneux proches du rivage et dans l'extrême partie méridionale de l'Etat californien.

Wight a fait la reconnaissance des types spécifiques du genre Prunus, dont plusieurs sont à l'origine des variétés cultivées.

Ce botaniste estime que, sauf la Vigne, aucun arbre fruitier indigène n'a engendré autant de variétés que le Prunier sauvage.

Les Pruniers sauvages de l'Etat d'Iowna ont donné 175 variétés; ceux du Minnesota 74; ceux du Dakota Sud 44; ceux du Texas 97.

Ces espèces du genre Prunus ont été classifiées comme suit :

Groupe americana : P. nigra, P. americana, P. mexicana.

Groupe subcordata : P. subcordata, P. subcordata Oregana.

Groupe hortulana : P. hortulana, P. hortulana Muneri, P. hortulana Reverchoni, P. rivalans.

Groupe angustifolia : P. Munsoniana, P. orthosepala, P. angustifolia Watsoni, P. angustifolia varians.

Groupe maritima : P. alleghaniensis, P. Alleghaniensis Davisti, P. umbellata, P. umbellata tardu, P. Gravesi.

Groupe gracilis : Prunus gracilis, P. venulosa.

LE POMMIER EN CALIFORNIE

Les premières plantations furent établies avec des variétés provenant de la Floride, choisies sans discernement et sans aucun souci des conditions de climat spéciales à la Californie.

C'est seulement vers 1910, après des observations suivies, qu'il a été possible de recueillir des données sur la valeur relative de quelques variétés, et, parmi celles-ci, c'est la pomme Marsh Seedless qui occupe la première place; ensuite Ducan et Triumph.

L'on a noté que le Pommier planté en terrain léger, perméable et siliceux, produisait des fruits d'une qualité commerciale supérieure en raison de leur couleur et de leur valeur de constitution, à celle des fruits provenant d'arbres plantés dans des terrains argileux moins perméables.

C'est ce qui a amené à réduire les anciennes plantations qui prédominaient dans les vallées et à augmenter les nouvelles sur des terrains plus légers et ayant une certaine altitude.

Dans la Californie du Sud la variété Triumph est très productive, mais le fruit, qui est petit, renferme de nombreux pépins, ce qui lui enlève toute valeur au point de vue de son utilisation par l'industrie.

La variété Duncan produit des fruits presque sphériques. Les autres variétés cultivées sont : Impérial, Colton Terrace, Seedling, l'Aurantium, Blood.

SÉCHAGE DES FRUITS

Différents procédés de séchage des prunes ont été expérimentés à la station agricole de Berkeley (Californie). Deux ont été retenus comme étant les plus à la portée des cultivateurs; ce sont le séchage au soleil, celui à l'évaporateur.

Ils sont l'un et l'autre susceptibles d'être employés par les producteurs de Tunisie; nous en décrirons donc longuement les applications.

Hendrikson, agent technique de la station précitée, note que le tonnage des prunes desséchées à l'évaporateur est plus important que celui des prunes desséchées au soleil, et il ajoute : « Bien que le séchage au soleil soit d'un prix de revient moins élevé, l'emploi du séchoir assure la manipulation de la totalité de la récolte, même dans les années où la saison est défavorable ».

Pour le séchage au soleil on se sert de claies qui contiennent chacune de 27 à 32 kg de fruits frais.

Il faut 10 à 14 jours pour le séchage au soleil; 12 à 72 heures si le séchage est fait à l'évaporateur. Cette différence dans le nombre d'heures dépend de la grosseur des fruits, de la température pour le séchage au soleil, du modèle de l' évaporateur.

Pour le séchage au soleil, les fruits sont transportés du verger à un terrain de séchage spécial dit « Dry Yard ». Ce terme indique le terrain utilisé pour les plateaux portant les fruits, comme pour les bâtiments et l'équipement nécessaire à la préparation et au magasinage des fruits.

En Californie l'on estime que la proportion entre l'étendue du « Dry Yard » et la surface complantée est la suivante : 1,10 (1) à 1,40 pour des prunes, soit une moyenne de 1,20; 1,20 à 1,25 pour les abricots, les pêches, les poires, les pommes, avec une moyenne de 1,22; pour les figues un peu moins.

La sècherie doit être protégée de la poussière des routes, ne pas être située près des étables à cause des mouches, et être protégée des abeilles par des toiles métalliques.

Les poires, les pêches et les abricots sont exposés à des fumigations de soufre avant d'être disposés dans le « Dry Yard ». Les chambres utilisées pour soufrer les pêches et les abricots sont en bois, en briques ou en béton et sont d'une hauteur suffisante pour recevoir chacune 20 à 25 plateaux.

---

(1) Il s'agit probablement de 1,10 °/₀ de la surface complantée.

On brûle le soufre dans un petite fosse disposée sur le sol; la durée de la fumigation est de 3 à 6 heures pour la plupart des fruits.

Le plateau employé en Californie est fait en bois de pin établi sur un cadre léger. Les dimensions adoptées sont les suivantes : 2 x 3 pieds (2) et sans rebords pour les raisins et les figues; 3 x 3 pieds pour les prunes; 3 x 6 et 3 x 8 pieds avec rebords pour les poires, les abricots et les pêches.

Les pêches, les poires, les abricots sont coupés par la moitié et écœurés avant d'être placés sur les plateaux de séchage.

Les plateaux sont alignés sur le sol en aménageant un espace entre les rangées, laissant ainsi le passage libre aux ouvriers pour retourner le fruit pendant le séchage.

Les variétés Impérial et Sugar Prune doivent être secouées pour éviter la moisissure.

Lorsque les prunes sont aux trois quarts sèches, les plateaux sont rangés les uns sur les autres, en prenant soin de laisser l'air circuler librement, et le séchage définitif s'effectue à l'ombre.

Lorsque les prunes sont séchées exclusivement au soleil, elles ont tendance à trop sécher.

Le fruit est exposé au soleil jusqu'à ce qu'il ne contienne plus que 12 à 18 % d'humidité. Le noyau d'un pruneau bien séché ne doit pas glisser entre les doigts lorsque le fruit est pressé et la chair doit rester ferme.

Avant d'être enlevés des plateaux, les fruits endommagés ou trop secs sont éliminés.

Dans certaines régions de Californie, les prunes sont trempées dans une solution composée d'eau, d'hydroxine de soude, de carbonate de soude, afin d'ouvrir les pores et de fendiller légèrement la peau des fruits et en faciliter le séchage.

L'outillage pour effectuer cette opération consiste en un chaudron lourd en fonte, rempli de la solution et chauffé au bois.

Le fruit est plongé dans la solution bouillante au moyen d'un petit panier en treillis de fer, qui contient 25 à 50 livres de fruits. La durée d'immersion est de 5 à 30 secondes.

La Sugar prune exige une solution de chaux plus faible que la prune d'Agen et moins de temps de trempage. La prune Impériale est plus tendre que la Sugar prune et elle est plongée dans une solution très faible (0,25 %) et quelquefois même simplement dans de l'eau bouillante.

Si l'immersion a été effectuée dans de bonnes conditions, les prunes doivent présenter de très petites gerçures à la surface. La peau ne doit jamais être détachée du fruit. Il faut maintenir la solution au point d'ébullition pendant la durée de l'opération de trempage.

Les variétés cultivées pour le séchage sont les suivantes.

La prune française, connue sous le nom de « petite prune d'Agen », est

(1) 30 centimètres.

la principale variété cultivée en Californie. Les arbres de cette variété produisent régulièrement, et en grandes quantités, mais le fruit est plus petit que celui des autres variétés commerciales de Californie.

La « Sugar Prune » vient ensuite par ordre d'importance. Elle est plus grosse que la prune d'Agen et mûrit deux semaines plus tôt. La peau est fine et se fend plus vite dans la solution de chaux que la Prune d'Agen. Elle fermente plus rapidement que cette dernière et, pour cette raison, exige plus de soin pendant la période de séchage. Sa production est inférieure à celle de la prune d'Agen.

La prune Impériale est très grosse, mais la production en est irrégulière et inférieure à celle de la prune française.

Sa dessiccation au soleil est très difficile par suite de sa tendance à fermenter et à noircir autour du noyau.

Lorsqu'elle est bien séchée cette variété l'emporte sur les deux autres en raison de sa grosseur et de sa belle apparence.

Quant à la variété connue sous le nom de « Robe de Sargent », elle est cultivée sur une petite échelle, car elle est inférieure à la prune d'Agen, quoique de même grosseur, parce que moins sucrée.

Ci-après, extrait du Bulletin du 1er octobre 1926 de l'Agence Commerciale de San-Francisco, les productions pour trois années de fruits séchés en Californie :

	1917 (tonnes)	1919 (tonnes)	1921 (tonnes)
Abricots	15.000	14.500	6.800
Figues	2.000	11.000	6.500
Pêches	5.000	35.000	22.000
Prunes	115.000	135.000	112.500
Raisins	163.000	187.575	122.500
Poires	»	»	2.500
TOTAUX	300.000	383.075	272.800

COMMERCE DES FRUITS

C'est au Canada que les modes d'emballage des fruits, particulièrement des pommes, ont été les mieux étudiés.

Dans un emballage en baril, « faire la face » consiste à disposer une couche de fruits en cercle à la partie supérieure et à les bien serrer sans laisser d'espace vide. C'est ainsi que le produit a un joli coup d'œil.

Pour obtenir ce résultat les fruits sont choisis de toutes les grosseurs et représentent dans leur ensemble un échantillonnage du contenu.

Pour les pommes l'on commence à opérer le tassement dès le second panier de fruits déposés dans le baril. Au fur et à mesure du remplissage l'on procède par petites secousses.

Certaines variétés colorées, généralement dites « de luxe », sont tou-

jours emballées en caisses; d'autres plus petites, de vente facile et au poids, en barils.

Pour l'adoption de l'un ou de l'autre de ces deux modes d'emballage le cultivateur tient compte de la clientèle. L'une exige du fruit de choix; l'autre, la plus importante quant au nombre des consommateurs, du fruit vendu au poids.

Ce sont là, évidemment, des extrêmes entre lesquels il y a toutes les gradations. En fait, les producteurs comme les marchands sont toujours prêts à fournir à l'acheteur la marchandise qu'il désire.

COOPÉRATIVES DE VENTE

A titre d'exemple, nous présenterons comme prototype d'organisme de vente le « Citrus exchange » californien dont le rôle et le fonctionnement ont été décrits par M. Barbedette, dans le compte-rendu de la mission qui lui a été confiée, en 1919, par le Gouverneur général d'Algérie.

En raison de l'importante mise de fonds et des longues années d'attente qu'exige la création d'une orangerie, les citriculteurs se recrutent généralement dans un milieu social entreprenant et très supérieur à celui des fermiers ordinaires.

Aussi n'ont-ils pas été longtemps à comprendre l'intérêt qu'il y avait pour eux à se syndiquer et à constituer, sous le nom de « Citrus exchange », une association coopérative qui surveille la qualité des fruits, procède à leur classement, à leur emballage et à leur vente.

Cette association a provoqué entre arboriculteurs une émulation des plus heureuse, tant au point de vue du choix des espèces, que des soins à donner aux arbres et qu'à la lutte contre les maladies et les insectes.

« Ils ont aussi appris à reconnaître le bénéfice qu'on ne manque pas de retirer d'un bon emballage correspondant à la valeur intrinsèque du produit, et surtout de la production d'un type uniforme et loyal, créant ainsi une marque connue et appréciée... » Barbedette.

Dans chaque magasin d'emballage « packing house » toujours desservi par une voie ferrée, un membre du syndicat élu pour l'année et payé, est chargé de la réception et du classement des fruits apportés par les cultivateurs, dans des caisses de modèle et de dimensions uniformes.

Cet agent délivre un reçu au vu duquel la Trésorerie de l'Association fait une avance. Le solde est versé après règlement des comptes avec les acheteurs en fin de campagne.

Le « Citrus Exchange » se charge également, moyennant une commission variable, de la vente des récoltes appartenant à des propriétaires non syndiqués. Les fruits sont reçus de la même façon que pour les syndicataires, mais les comptes sont alors réglés non plus en fin de campagne, mais dans les six semaines qui suivent la livraion.

Dès l'arrivée au « packing house » le fruit est lavé, brossé, séché et trié, soit à la main ou mécaniquement.

Il est ensuite enveloppé dans du papier de soie et placé soigneusement à la main dans des caissettes à claire-voie, pouvant contenir 150 à 180 oranges.

Le couvercle appliqué à la presse n'est pas cloué; il est très rapidement fixé à la main à l'aide de crochets. Aussitôt fermées, les caisses sont immédiatement placées debout dans un wagon réfrigéré qui peut en contenir 400.

Au cours de la saison chaude, et pour diminuer la consommation de glace dans les wagons, les caisses sont refroidies avant le chargement.

Les expéditions de Californie s'étendent au Canada et dans toutes les régions situées à l'Est des Montagnes Rocheuses. La valeur d'exportation des agrumes de l'Etat californien est d'environ 60 à 70 millions de francs par an.

A l'ouest des Etats-Unis, les fruits de la Floride ne peuvent pas lutter économiquement contre ceux de la Californie. Ils sont exportés dans les Etats du sud-est pour une valeur annuelle qui était en moyenne, ces dernières années, de 50 millions de francs.

BIBLIOGRAPHIE

BEDFORD (Duc de) et PICKERING. — La production d'une année à l'autre des arbres fruitiers. — *Fifteenth Report of the Wobrun expérimental fruit Farm.* Londres 1916.

BARBEDETTE. — La culture des Citrus aux Etats-Unis, *Rapport de mission (octobre 1918 à février 1919).*

BALLARD W. S. et VILE W. H. — Pulvérisation d'hiver des arbres fruitiers avec du Nitrate de soude. — *Journal of Agricultural Research ;* vol. 1, pages 4-37 et 444 (février 1928).

Bulletin de l'Agence commerciale de San Francisco (1er octobre 1926).

Bulletin n° 2 de la Division des fruits du Ministère fédéral de l'Agriculture d'Ottawa (Canada). — L'Emballage des pommes.

HAWARD W. G. — Projets d'expériences de la Section d'Arboriculture fruitière de l'Université de Californie. — *Monthly Bulletin of the Californie* (Stade Commission de l'Horticulture), Vol. VII ; pages 62, 64 (janvier et février 1918).

HENDRIKSON A. H. — Culture et greffage du Prunier En Californie. — *Agricultural experiment station ;* Bulletin n° 328 (juin 1921).

JONES J. S. et COLVER G. W. — La composition des fruits provenant des zones irriguées et non irriguées. — *Bulletin of Station experiment agricole of Idaho ;* n° 75, pages 1-53 (août 1922).

KRAUS et ROBSTON G. S. — La pollinisation chez le pommier. — *Bulletin de la Station expérimentale de l'Orégon ;* n° 148, page 42.

LESLIE GORDON CORRIE. — Expériences sur la pollinisation des arbres fruitiers. — *The journal of Heredity* ; Vol. VII ; n° 8, pages 365 et 369 (Année 1926).

MACOUM W. T. — Rapport sur la ferme expérimentale d'Ottawa (Canada).

MIDDLEBROKE W. J. — Pollinisation des arbres fruitiers. Observations et essais effectués en Angleterre de 1904 à 1912. — *Journal of Board Agriculture* (London), Vol XX. page 418.

MANARONI Angelo. — Procédé pour obtenir des plantes jeunes de Pêchers issues de greffes. *Bulletino Stazioni Sperimentali Agraria de Rome,* Vol. XLVIII, fasc. 1 pages 57-60 (1915).

MAGNES V. R. et YEAGES A. F. — Nouvelles recherches sur la taille des Pommiers dans l'Orégon. — *Oregon agricultural Collège experiment station* (Horticultural Division), Bull. 139, page 88.

MONTGOMMERIE J. H. — La culture fruitière en Australie. — *Deutsche Obsthan Zeitung.* — Année 1914, fasc. II, pages 231-234 (Studggart, 1 juin 1924).

PICHERING PENCER. — La production des arbres en années consécutives. — *The journal of agricultural Science*, Vol. VIII, fasc. 1 ; pages 131-135 Cambridge (septembre 1926).

PHEE M. G. — La greffe du prunier sur le pêcher. — *The Journal of Agriculture*, Vol. X, n° 67, page 545 (1915).

SHAWEL A. D. — Les variétés de Pommiers cultivés en Californie. — *Commission of Horticultural Monthly*, Vol. V ; n° 7, pages 229, 249 (juillet 1916),

Service de l'horticulture au Canada. — Etude de la pollinisation sur les Pommiers.

VAILE R. S. — Culture des agrumes dans la Californie. — *Agricultural experiment station of University of Californie of Berkeley.* — Bulletin 374 (1924).

WITHEOUSE W. E. — Etude des variations chez la pomme pendant la période de croissance. — *Bulletin of agricultural College.* — Station experiment of Oregon, n° 134.

WOODBURG G. G., NOVES H. A. et OSKAMP Joseph. — Recherches sur l'effet des méthodes culturales dans une jeune pommeraie de l'Indiana. — *Bulletin of station experimentale of University of Purdn*, Vol. V ; page 32 (année 1917).

YOUNG *W.* Z. — Etude sur la variation chez la Pomme. — *The American naturalist*, Vol. LVII, n° 374 ; pages 505-635 (octobre 1914).

TABLE DES MATIÈRES

Pages

F. Bœuf. — Les problèmes que pose l'amélioration du blé en Tunisie 3

F. Bœuf. — Procédé simplifié pour établir des comparaisons de rendements entre des lignées pures de blé 7

F. Bœuf et J. Lenoble. — Influence probable de l'état hétérozygote sur la production du blé tendre 9

F. Bœuf. — Valeur meunière et boulangère des blés 25

A. Petit. — Lutte contre les ustilaginées des céréales 73

F. Bœuf et L. Guillochon. — Essais d'acclimatation du lin textile en Tunisie 85

F. Bœuf. — Principes de la sélection du cotonnier 95

L. Guillochon. — Enseignements à tirer des publications étrangères sur l'arboriculture fruitière 107